

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

EP00/02016



REC'D 16 JUN 2000	
WIPO	PCT

Best Available Copy**Bescheinigung**

4

Die Herren Marlo W a n d e l und Thomas K ö h l e r , beide in Bremen/Deutschland, haben eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Verfahren zur Diagnose eines Golfschwunges"

am 29. September 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht und erklärt, dass sie dafür die Innere Priorität der Anmeldung in der Bundesrepublik Deutschland vom 11. März 1999, Aktenzeichen 199 10 739.4, in Anspruch nehmen.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig die Symbole A 61 B und A 63 B der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 12. April 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

Agurks

Aktenzeichen: 199 46 798.6

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

Bremen
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Günther Eisenführ
Dipl.-Ing. Dieter K. Speiser
Dr.-Ing. Werner W. Rabus
Dipl.-Ing. Jürgen Brügge
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt
Dipl.-Ing. Klaus G. Göken
Jochen Ehlers
Patentanwalt
Dipl.-Ing. Mark Andres

Rechtsanwälte
Ulrich H. Sander
Sabine Richter

Martinistrasse 24
D-28195 Bremen
Tel. +49-(0)421-36 35 0
Fax +49-(0)421-337 8788 (G3)
Fax +49-(0)421-328 8631 (G4)
mail@eisenfuhr.com

Hamburg
Patentanwalt
Dipl.-Phys. Frank Meier

Rechtsanwälte
Christian Spintig
Rainer Böhm

München
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Wirtsch.-Ing. Rainer Fritsch
Lbm.-Chem. Gabriele Leißler-Ger
Patentanwalt
Dipl.-Chem. Dr. Peter Schuler

Berlin
Patentanwälte
European Patent Attorneys
Dipl.-Ing. Henning Christiansen
Dipl.-Ing. Jutta Kaden
Patentanwalt
Dipl.-Ing. Joachim von Oppen

Alicante
European Trademark Attorney
Dipl.-Ing. Jürgen Klinghardt

Bremen, den 29. September 1999

Unser Zeichen: W 1881 KGG/ssi

Anmelder/Inhaber: WANDEL / KÖHLER

Amtsaktenzeichen: Neuanmeldung

Marlo Wandel und Thomas Köhler, Nernststraße 6, 28357 Bremen

Verfahren zur Diagnose eines Golfschwunges

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Analyse der Bewegungsmuster des thorakolumbalen Abschnitts der Wirbelsäule eines Menschen beim Golfschwung.

Die Bewegungsanalyse eines Golfschwunges läßt darauf schließen, daß die Hauptlast und Beanspruchung im unteren Drittel des Achsenskeletts zu suchen ist. Videoaufnahmen dieser anatomischen Region verdeutlichen zudem mögliche Fehler in der Ansprechposition und zu jedem Zeitpunkt des Golfschwunges. Doch eine noch so perfekte Videoaktion eines Golflehrers auf der Range ist nicht hinlänglich geeignet, Gründe für eine fehlerhafte Schlagtechnik bzw. die kausalen Zusammenhänge zwischen einer fehlerhaften Schlagtechnik und Rückenbeschwerden zu erklären.

Es ist daher Aufgabe der vorliegenden Erfindung, ein geeignetes Analyseverfahren und eine Vorrichtung hierfür vorzustellen, mittels der die Golfschwunganalyse sehr präzise, schnell und kostengünstig durchgeführt werden kann.

Die Erfindung wird erfindungsgemäß mit einem Verfahren und einer Vorrichtung zur Analyse der Bewegungsmuster des thorakolumbalen Abschnitts der Wirbelsäule

beim Golfschwung mit den Merkmalen nach Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den Unteransprüchen beschrieben.

Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung werden beispielsweise drei Ultraschall-Meßwert-Aufnehmer so auf dem Rücken eines Probanden angelegt, daß mittels zwei der Meßwert-Aufnehmer die Bewegungen des oberen Wirbelsäulenbereichs und mit dem dritten Meßwert-Aufnehmer die Bewegung im unteren Wirbelsäulenbereich aufgenommen werden können. Mittels der Meßwert-Aufnehmer ist es möglich, dreidimensionale Bewegungskursionen und Amplituden (in Winkelgraden) zu definieren. Solche Meßwert-Aufnehmer - auch Dreifach-Marker genannt - werden auf der Höhe der oberen Wirbelsäule und der unteren Wirbelsäule cranial auf der Verbindungslinie beider oberer hinterer Darmbeinfortsätze caudal lokalisiert. Hierbei werden die Winkelgrade in der Sagittalebene (Anteflexion), Horizontalebene (Rotation) und Frontalebene (Lateralflexion) durch einen Referenzmarker (Orientierungsgeber) zu allen Momenten angegeben. Eingeschlossen sind hierbei Momente (verschiedene Stadien) eines Golfschwunges, wie zum Beispiel Ansprechposition, oberer Wendepunkt, Treffpunkt und Endposition des Golfschlägers beim Golfschwung.

Die mit dem Meßwert-Aufnehmer ermittelten Daten werden einer Datenverarbeitungseinrichtung, beispielsweise einem Personal-Computer (PC) zugeführt, welcher die aufgenommenen Meßwertdaten verarbeitet. In dieser Datenverarbeitungseinrichtung sind darüber hinaus auch Meßwert-Vergleichsdaten gespeichert und aus dem Vergleich der aufgenommenen Meßwertdaten mit den Meßwert-Vergleichsdaten kann eine verlässliche Aussage über die Qualität der Golfschwunghaltung bzw. des Bewegungsmusters des thorakolumbalen Abschnitts der Wirbelsäule beim Golfschwung abgeleitet werden. Auf der mit der Datenverarbeitungseinrichtung gekoppelten Anzeigeeinrichtung wird das Bewegungsmusterergebnis eines Probanden so dargestellt, daß der Betrachter die Qualität des gemessenen Golfschwunges des Probanden im Verhältnis zu anderen Probanden erkennen kann.

Das Datenmaterial der Meßwert-Vergleichsdaten wird aus der Untersuchung einer Vielzahl von Probanden ermittelt. Hierbei üben die Probanden mehrere Schläge mit unterschiedlichen Schlägern (zum Beispiel Holz 5, Eisen 6, Wedge, Putter) aus. Für die Auswertung erweist sich am günstigsten, von jedem Probanden nur einen Schlag, und zwar den fünften Schlag (zweiter Schlag mit Eisen 6) zu analysieren, da die Bewegung der Wirbelsäule bei allen Schlägen, ausgenommen dem Putter, beinahe identisch ist. Da die Bewegung der Wirbelsäule beim Putten äußerst gering

ist, ist es zweckmäßig, nur noch die Ausgangsstellung beim Putten zu berücksichtigen.

Mit den Meßwert-Aufnehmern ist es möglich, die verschiedenen Bewegungen und Bewegungsrichtungen der Wirbelsäulenmeßpunkte aufzunehmen und in verschiedenen Kurven darzustellen. Hierbei erfaßt in der Darstellung die Alpha1-Kurve die Rotation der LWS (unterer Wirbelsäulenbereich), die Alpha2-Kurve die Rotation der BWS (Brustwirbelsäulenbereich), Beta1-Kurve die Sagittalflexion der LWS, die Beta2-Kurve die Sagittalflexion der BWS, die Gamma1-Kurve die Lateralflexion der LWS und die Gamma2-Kurve die Lateralflexion der BWS.

Zur Analyse der gemessenen Datensätze kann ein statistisches Klassifikationsverfahren und selbstorganisierte Karten verwendet werden, die eine unmittelbare Qualitätsbeurteilung eines Probanden im Vergleich mit den Meßwert-Vergleichsdaten erlauben.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß sich charakteristische Unterschiede zwischen den Schwungkuren von Spielern unterschiedlicher Leistungsklassen darstellen lassen und daß auch die Eigenschaften der Kurven wichtig sind, um die Unterscheidung der Leistungsklassen zu ermitteln. Ferner ist es möglich, mit den ermittelten Daten den optimalen Schwung zu bestimmen und aus den ermittelten Daten läßt sich auch der Zusammenhang zwischen bestimmten Eigenschaften der Schwungkuren und Rückenbeschwerden des Probanden ermitteln.

In einem konkreten Versuchsstadium wurden insgesamt 88 männliche Probanden jeder Spielklasse mittels eines ultraschallgeschützten Testverfahrens dreidimensional zu allen Zeitpunkten eines Golfschwunges (unter anderem auch der Ansprechposition, des Aufschwungs, des Durchschwungs und der Endposition) untersucht. Durch Interpretation der Meßwert-Kurven der einzelnen Probanden konnten charakteristische Merkmale eines optimalen Golfschwunges eruiert werden. Insgesamt ließen sich 124 Kriterien definieren, die eine Abgrenzung von Profis, Handicap-Spielern und Anfängern zulassen. Durch Illustration und Definition dieser Merkmale läßt sich ein optimales Bewegungsmuster der thorakolumbalen Abschnitte des Achsenskeletts wiedererkennen. Mithin kann das erfindungsgemäße Analyseverfahren als geeignet angesehen werden, ein optimales Schwungsverhalten zu illustrieren und zu analysieren. Im gleichen Maße kann diese Methode hilfreich sein, golfspezifische Verletzungsmuster zu vermeiden und gezielte therapeutische Bewegungsprogramme vorzuschlagen.

Der Informationsgehalt der erhobenen Meßwertdaten wurde mit statistischen und neuronalen Klassifikationsverfahren untersucht. Die Rolle der Eigenschaften, die sich als wichtig für die Unterscheidung der Klassen erwiesen, wurde mit selbstorganisierten Karten visualisiert.

Die erhobenen Daten wurden auf den Schlagbeginn (vom maximalen Punkt der Rotation der BWS nach rechts 50 Zeitschritte zurück) normiert, so daß eine automatische Verarbeitung von Klassifikationsmerkmalen angewandt werden konnte. Um nachvollziehbare Ergebnisse erzielen zu können, ist es hierbei wichtig, dem automatischen Analyseverfahren Daten zu liefern, die sich aus einzelnen Eigenschaften der Kurven zusammensetzen, die auch für den Menschen interpretierbar sind, wie zum Beispiel Schwungdauer, Rotationsgeschwindigkeit und Beschleunigung.

Für jede Kurve (Rotation, Sagittalflexion, Lateralflexion für BWS und LWS (sechs Kurven pro Schlag)) werden je nach Kurventyp elf bis 24 Eigenschaften extrahiert. Insgesamt werden daher 124 Eigenschaften (P01-5-P ... P30-5-A ... P88-5-B) nur für die Kurven benannt.

Gesondert behandelt werden die Daten aus Fragebögen (Alter, Größe, Hcp usw.) sowie gemessene Werte der medizinischen Untersuchung.

Gesucht wurde dann eine Reihenfolge der Eigenschaften, die eine Wiedererkennung der Spielstärke des Probanden optimieren. Die Spielstärke eines Golfspielers ist nur schwer in eine Vielzahl von Klassen einzuteilen, da die Übergänge fließend sind. Bevorzugt ist die Einteilung der Spielstärke in drei Klassen, nämlich Profis, Amateure und Anfänger.

Um einen optimalen Schwung definieren zu können, wurden die Eigenschaften aus- gesucht, die am deutlichsten die Profis von den anderen unterscheiden. Hier ist der Wiedererkennungswert sehr viel höher (bis 66%). Durch Kombination bestimmter Eigenschaften erhöht sich dieser Wert auf bis zu 72%

Eine (selbstorganisierte) Karte wird bei dem erfindungsgemäßen Verfahren auf die Eigenschaften eines Schwunges von jedem Probanden trainiert, um die wichtigsten in diesen Daten enthaltenen Informationen zur Unterscheidung der Klassen sichtbar zu machen. Nach dem Training enthält die Karte eine zweidimensionale Repräsentation des dreidimensionalen Datensatzes. Auf der Karte benachbarte Felder repräsentieren dabei ähnliche Muster aus dem Datensatz.

Die Anordnung der Kartenfelder bleibt bestehen, während man Eigenschaften wie Hcp (Handicap), Größe, Alter usw. durch Eigenschaften des Schwunges in Grauwerten auf der Karte darstellen kann. Die Grauwerte zeigen hohe (dunkle) oder niedrige (helle) Werte für den jeweils betrachteten Parameter an.

Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren und der Vorrichtung konnte in möglichst vielen Phasen, bevorzugt in jeder Phase des Golfschwungs dieser hinreichend genau wiedererkannt werden, was durch die zeitliche Reihenfolge der gemessenen Daten ermöglicht wird.

Es gibt hierbei besonders deutliche Merkmale, die einen guten Golfschwung auszeichnen.

Allgemein kann bei einem guten Golfschwung gesagt werden, daß die Bewegungen in der BWS deutlich größer sind als in der LWS, von der Struktur her aber in der jeweiligen Bewegungsrichtung ähnlich sind. Die Alpha-Kurve (Rotation) geht mit der Ausholbewegung zunächst in den negativen Bereich, bis zu einem Minimum, dem Ende des Aufschwunges. Mit dem Durchschwung geht die Kurve vom negativen in den positiven Bereich, bis sie ein Maximum, das Schwungende erreicht. Die Beta-Kurve (Sagittalflexion) wird durch ein Maximum bestimmt (maximale Sagittalflexion am Ende des Aufschwunges), vor dem sich ein Minimum befindet, das die leichte Sagittalextension in der Ausholbewegung beschreibt. Nach dem Minimum verläuft die Kurve stärker in den negativen Bereich, bis zu einem Minimum, der maximalen Sagittalextension am Schwungende. Das zweite Minimum ist deutlich größer als das erste Minimum. Die Gamma-Kurve (Lateralflexion) ist gekennzeichnet durch ein Maximum (maximale Lateralflexion nach rechts am Ende des Aufschwunges) und durch ein Minimum (maximale Lateralflexion nach links am Schwungende). Nach dem Minimum ist wieder ein Maximum zu erkennen, das die Größe der Lateralflexion nach rechts am Schwungende, dem Gewichtsausgleichen am Schwungende, erkennen läßt.

Probanden, die die obengenannten Kriterien in ihren Schwungskurven nicht erfüllten, wurden bei der Ermittlung der Vergleichsdaten aus dem Analyseverfahren ausgegrenzt.

Das (selbstorganisierte) Kartenmaterial, das sich aus 124 Parametern ergibt, zeigt deutliche Abgrenzungen von Profis zu anderen Spielern und eine deutliche Abgrenzung der Anfänger (Grauwerte stellen Hcp (Handicap) dar; hell bedeutet hierbei ein

geringes Handicap (also Profibereich)). In der Kartierung bedeutet jedes einzelne Feld ein bestimmtes Schwungmuster. Es konnte herausgefunden werden, daß die Schwungmuster von Profispielern nur auf einen bestimmten Bereich begrenzt sind. Diese Schwungmuster-Kartenfelder liegen benachbart zueinander und sind durch eine Abgrenzungslinie in der Kartierung hervorgehoben.

Anhand des typischen Kurvenverlaufs ist zunächst ein guter Kurvenschwung zu erkennen. Um das Schwungsverhalten für die Profis besser definieren zu können, sind zusätzlich die besten Parameter, die zur Unterscheidung der Profis von anderen geeignet sind, notwendig. Die besten Einzelparameter zur Wiedererkennung der Profis und damit auch zur Bestimmung des optimalen Schwunges sind folgende:

Parameter für die Rotationsbewegung (nach zeitlicher Abfolge des Schwunges sortiert):

Bei einem guten Schwung liegt der Zeitpunkt der maximalen Rotationsbeschleunigung der LWS zeitgleich mit dem Wendepunkt zwischen Aufschwungende und Beginn des Durchschwunges, bei ZE 70 (Raster 9).

Der Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung der Rotation der LWS im Durchschwung liegt bei allen genau 17 ZE nach dem Zeitpunkt der maximalen Rotationsbeschleunigung der LWS. Es besteht also ein direkter Zusammenhang zwischen diesen beiden Merkmalen. Bei einem guten Schwung liegt der Zeitpunkt der maximalen negativen Rotationsbeschleunigung der LWS bei ZE 87 (Raster 11).

Die Rotationsbewegung der LWS dauert bei einem guten Schwung 0,51 Sekunden, das entspricht 17 ZE (Raster 9 und 11).

Parameter für die Sagittalbewegung (nach zeitlicher Abfolge des Schwunges sortiert):

Aufschwung:

Die maximale Flexionsbeschleunigung der BWS im Aufschwung ist bei den Anfängern niedriger als bei den Profis und Amateuren. Eine maximale Beschleunigung um $0,3^\circ$ in 0,03 Sekunden im Aufschwung ist optimal für einen guten Schwung (Raster 66).

Als optimale Flexionsgeschwindigkeit der BWS im Aufschwung ist die Geschwindigkeit um 1° in 0,03 Sekunden anzugeben. Besonders die Anfänger erreichen niedrigere Flexionsgeschwindigkeiten (Raster 62).

Der Zeitpunkt der maximalen Sagittalflexion der LWS liegt bei einem guten Schwung um ZE 70 (Raster 26).

Durchschwung:

Der Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung der Sagittalextension der LWS liegt bei einem guten Schwung zwischen ZE 70 und ZE 75 (Raster 46).

Der Zeitpunkt der maximalen Extensionsgeschwindigkeit der LWS liegt bei einem guten Schwung um ZE 84. Nur bei einigen Anfängern liegt dieser Zeitpunkt 4 bis 6 ZE später (Raster 40).

Die maximale Extensionsgeschwindigkeit der LWS im Durchschwung sollte für einen guten Schwung nicht langsamer als $1,2$ sein (Raster 39).

Die maximale negative Extensionsbeschleunigung sollte nicht geringer als $0,2^\circ$ in 0,03 Sekunden sein (Raster 47).

Die durchschnittliche Extensionsgeschwindigkeit der BWS sollte nicht langsamer als $0,4^\circ$ in 0,03 Sekunden sein (Raster 61).

Die maximale Extensionsgeschwindigkeit der BWS sollte nicht geringer als 1° in 0,03 Sekunden sein (Raster 64).

Schwungende:

Die LWS sollte im Schwungende eine Extension von mindestens 1° zeigen (Raster 29).

Die BWS sollte im Schwungende eine Extension von mindestens 5° zeigen (Raster 54).

Der Zeitpunkt der maximalen Extension der LWS sollte vor ZE 110 stattfinden (Raster 30).

Der Zeitpunkt der maximalen Extension der BWS sollte vor ZE 104 stattfinden (Raster 55).

Parameter für die Lateralbewegung (nach zeitlicher Abfolge des Schwunges sortiert):

Durchschwung:

Der Zeitpunkt der maximalen Flexionsgeschwindigkeit der LWS sollte nicht später als ZE 83 stattfinden (Raster 88).

Der Zeitpunkt der maximalen Lateralflexion der LWS nach links sollte nicht später als ZE 90 sein (Raster 76).

Schwungende:

Für einen guten Schwung sollte der Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung der LWS nach rechts vor ZE 92 liegen (Raster 96).

Die maximale Beschleunigung der BWS nach rechts sollte nicht kleiner als 1° in 0,03 Sekunden sein (Raster 120).

Der Zeitpunkt der maximalen Flexionsgeschwindigkeit der LWS nach rechts sollte um ZE 90 liegen und nicht später als ZE 95 stattfinden (Raster 90).

Die maximale negative Beschleunigung der BWS nach rechts sollte nicht geringer als $0,15^\circ$ in 0,03 Sekunden sein (Raster 122).

Der Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung der LWS nach rechts sollte nicht nach ZE 105 stattfinden (Raster 98).

Entscheidend für die Wiedererkennung von Profis sind die Bewegungen in der Frontal- und Sagittalebene. An siebter Stelle tritt ein Wert zur Bestimmung der Rotation auf. Weitere deutliche Merkmale, die typisch sind für Profis:

1. Rotation

- Ansprechposition in der LWS ist unterschiedlich, eher nach links als nach

rechts. Nr. 0. Für die BWS gilt hier, daß die Profis am weitesten nach rechts rotieren. Nr. 12.

- Die Größe des maximalen Rotationswinkels der LWS nach rechts am Ende des Aufschwunges ist bei den Profis mittelgroß, für Anfänger ist ein kleiner Winkel typisch. Nr. 1. Bei der BWS ist der Rotationswinkel nach rechts größer, bei allen Probanden etwa gleich groß. Nr. 13.
- Die Größe des maximalen Rotationswinkels der LWS nach links im Schwungende ist bei den Profis mittelgroß, bei den Anfängern ist der Winkel klein. Nr. 2. Bei der BWS ist hier ein mittlerer Wert für die Profis wie auch für die meisten anderen Probanden typisch. Nr. 14.
- Der Gesamtwinkel der Rotation der LWS im Durchschwung ist bei den Anfängern klein oder groß, bei einigen Amateuren groß, bei den Profis mittelgroß. Nr. 3. Für die BWS gilt, daß ein mittlerer bis etwas höherer Wert für die Profis typisch ist. Bei allen anderen scheint es ähnlich, wobei einige Anfänger, bei denen extrem große bzw. extrem kleine Werte für die LWS typisch sind, diese Werte für die BWS genau im anderen Extrem sind. Nr. 15.
- Die Dauer des Durchschwunges bei den Profis ist in der LWS gering. Nr. 4. In der BWS auch gering oder etwas länger, wobei die Rotation der BWS bei allen Probanden etwas länger andauert als die der LWS. Nr. 16.
- Der Zeitpunkt der maximalen Drehgeschwindigkeit im Durchschwung ist nur bei den Profis früh, ansonsten mittelmäßig. Nr. 7.
- Die durchschnittliche Drehgeschwindigkeit der LWS ist bei den Profis nicht so hoch wie bei einigen Amateuren. Anfänger drehen langsamer. Nr. 5, 6, 8, 10. Die Amateure und Profis, deren Drehgeschwindigkeit in der LWS sehr hoch ist, weisen eine geringe durchschnittliche Drehgeschwindigkeit in der BWS auf. Die Probanden, die in der LWS eher langsam drehen, drehen in der BWS schneller. Nr. 17, 18, 20, 22.

2. Sagittalflexion

- In der Ansprechposition ist die Größe der Sagittalflexion in der BWS beinahe immer gegengleich zu der Sagittalflexion in der LWS. Bei den Profis findet eine stärkere Flexion in der LWS als in der BWS statt, wo nur geringe Neigungswinkel zu erkennen sind. Für einige Anfänger ist eine starke Sagittalflexion in der BWS typisch. Bei diesen Probanden ist nur eine geringer Flexion der LWS zu erkennen. Nr. 49, 24.
- Bei den Profis ist der Zeitpunkt der maximalen Sagittalflexion der LWS am Ende des Aufschwunges im Vergleich zu den anderen Probanden sehr früh, die BWS erreicht dieses Maximum mittelschnell. Nr. 26, 51.

- Der Extensionswinkel der LWS ist bei den Profis im Aufschwung im Vergleich zu den anderen groß, für die BWS ist er bei den Profis eher klein. Nr. 27, 52.
- Der Sagittalextensionswinkel am Schwungende ist bei den Profis in der BWS und LWS am größten. ~~Nr. 29, 54. Der Zeitpunkt dieses maximalen Extensionswinkels ist bei den Profis am frühesten.~~ Nr. 30, 55.
- Die Extensionsbewegung im Durchschwung erfolgt bei den Profis in der BWS und in der LWS sehr schnell und sehr früh im Vergleich zu den anderen. Nr. 36, 39, 40, 44, 45, 46, 47, 48, 60, 61, 62, 64, 65, 66, 67, 68, 70.

3. Lateralflexion

- Lateralflexion in der Ansprechposition der BWS ist bei allen Probanden im mittleren Bereich. Nr. 99, während sie für die LWS bei den meisten weiter nach rechts ist. Für die Profis ist jeweils ein mittlerer Wert angezeigt, die LWS etwas mehr nach rechts. Nr. 74.
- Die Größe des Lateralflexionswinkels nach links im Schwungende ist bei den Profis im Vergleich zu den anderen mittelgroß. Nr. 75, 100.
- Der Zeitpunkt der maximalen Lateralflexion nach links im Schwungende ist bei den Profis in der LWS am frühesten, für die BWS ist der Zeitpunkt eher mittelschnell. Nr. 76, 101.
- Die maximale Lateralflexion nach rechts im Aufschwung ist bei den Profis in der LWS größer als bei den meisten anderen. Nr. 77. Für die BWS eher durchschnittlich mittelgroß. Nr. 102.
- Die seitliche Verlagerung nach rechts im Schwungende ist bei den Profis mittelstark. Nr. 79, 104. Für die Anfänger ist dies ein gutes Erkennungsmerkmal, da sie sich stark mit der LWS nach rechts beugen. Nr. 82.
- Profis verlagern ihr Gewicht im Durchschwung von rechts nach links am schnellsten in der BWS. Nr. 88, 90, 92, 96.

Figur 1 zeigt eine Kartendarstellung unterschiedlicher Schwungmuster. Benachbarte Felder in einer Karte bedeuten hierbei ähnliche Schwungmuster. In jedes Kartenfeld sind drei Balken eingetragen, von denen der linke die Anzahl von Profis, der mittlere die Anzahl der Amateure und der rechte Balken die Anzahl für Anfänger zeigt.

Figuren 2a, 2b und 3 zeigen Flächenkartierungsdarstellungen für die Alpha1-, Beta1- und Gamma1-Kurven (Figur 2) sowie Alpha2-, Beta2- und Gamma2-Kurven (Figur 3).

Auch hierbei bedeutet eine helle Kartenfläche ein niedriges Handicap, eine dunkle Fläche ein hohes Handicap.

Die Darstellungen in den Figuren 4a-e zeigen die verschiedenen Kurven Alpha1, Beta1, Gamma1, Alpha2, Beta2 und Gamma2 ohne und mit Überlagerung. Der Zeitpunkt der oberen Wendepunkte zwischen Aufschwungende und Beginn des Durchschwunges ist als Vertikale zu erkennen.

Figur 5 zeigt eine typische Meßwertkurve eines Probanden zu Alpha1, Beta1 und Gamma1. Die Alpha-Kurve zeigt hierbei die Rotation, die Beta-Kurve die Sagittalflexion und die Gamma-Kurve die Lateralflexion, der Meßpunkt A₁Max zeigt hierbei den Zeitpunkt der maximalen Rotation nach links, der Meßpunkt A₁Min den Punkt der maximalen Rotation nach rechts usw.

Eigenschaften der Alpha-1-Kurven

Die α 1-Kurve erfaßt die Rotation der Wirbelsäule am Ort des unteren Sensors. Mit der Ausholbewegung geht die Kurve zunächst in den negativen Bereich, bis zum Minimum, das wir als Indikator für den Beginn des eigentlichen Schlags ansehen können. Mit dem Schwung geht die Kurve vom negativen in den positiven Bereich über, erreicht ein Maximum und fällt danach wieder ab. Aus dieser Kurve lassen sich nun die nachfolgend beschriebenen Eigenschaften automatisch extrahieren. Bei der Benennung der einzelnen Kurven-Eigenschaften wurden die griechischen Buchstaben α , β und γ durch A, B und G ersetzt, um Zeichensatz-Probleme mit der verwendeten Software zu vermeiden. Alle Zeitpunkt-Angaben beziehen sich auf den Schlagbeginn, der beim Minimum der α 2-Kurve angenommen wird (Figur 5).

A1-Pos0:	Null-Position (Ausgangsstellung).
A1-Min:	Wert des Minimums (Winkel bei Schwungbeginn).
A1-Max:	Wert des Maximums (Winkel bei Schwungende, vgl. "A1-SwTi").
A1-SwAngl:	Unterschied zwischen A1-Max und A1-Min (Gesamtwinkel).
A1-SwTi:	Zeit zwischen Minimum und Schwungende. Als Schwungende wird hier der Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung angesehen (s.u.: "A1-AccNegMaxTi"). Bei den meisten Alpha-Kurven erscheint es sinnvoll, den Zeitpunkt des A1-Maximums als Schwungende zu betrachten, leider hat aber nicht

jede Schwingkurve ein Maximum, das sich als eindeutiges Schwingende interpretieren läßt. Deshalb wird statt dessen der sicherer zu detektierende Wert von "A1-AccNegMaxTi" verwendet.

A1-SwSpAv:	Durchschnittliche Drehgeschwindigkeit zwischen dem Zeitpunkt des A1-Minimums und dem Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung.
A1-SwSpMax:	Maximale Drehgeschwindigkeit.
A1-SwSpMaxTi:	Zeitpunkt der maximalen Drehgeschwindigkeit.
A1-AccPosMax:	Maximale Beschleunigung.
A1-AccPosMaxTi:	Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung.
A1-AccNegMax:	Maximale negative Beschleunigung (Abbremsung).
A1-AccNegMaxTi:	Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung.

Eigenschaften der Beta-1-Kurven

Die $\beta 1$ -Kurve erfaßt die Sagittalflexion der Wirbelsäule am unteren Sensor. Auffallende Punkte sind ein Maximum sowie ein lokales Minimum vor dem Maximum und eines danach. Folgende Eigenschaften werden aus den $\beta 1$ -Kurven extrahiert:

B1-Pos0:	Null-Position (Ausgangsstellung).
B1-Max:	Maximum.
B1-MaxTi:	Zeitpunkt des Maximums.
B1-Min1:	Erstes Minimum (vor dem Maximum).
B1-Min1Ti:	Zeitpunkt des ersten Minimums.
B1-Min2:	Zweites Minimum (nach dem Maximum).
B1-Min2Ti:	Zeitpunkt des zweiten Minimums.
B1-SwAngl1:	Unterschied zwischen Maximum und Minimum-1.
B1-SwAngl2:	Unterschied zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-DMin1Min2:	Unterschied zwischen Minimum-1 und Minimum-2.
B1-TMin1Min2:	Zeit zwischen Minimum-1 und Minimum-2.
B1-SwSpAv1:	Durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen Minimum-1 und Maximum.
B1-SwSpAv2:	Durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-SwSpMax1:	Maximale Geschwindigkeit zwischen Minimum-1 und Maximum.
B1-SwSpMax1Ti:	Zeitpunkt der maximalen Geschwindigkeit zwischen Minimum-1 und Maximum.

B1-SwSpMax2:	Maximale Geschwindigkeit zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-SwSpMax2Ti:	Zeitpunkt der maximalen Geschwindigkeit zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-AccPosMax1:	Maximale Beschleunigung zwischen Minimum-1 und Maximum.
B1-AccPosMax1Ti:	Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung zwischen Minimum-1 und Maximum.
B1-AccNegMax1:	Maximale negative Beschleunigung zwischen Minimum-1 und Maximum.
B1-AccNegMax1Ti:	Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung zwischen Minimum-1 und Maximum.
B1-AccPosMax2:	Maximale Beschleunigung zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-AccPosMax2Ti:	Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-AccNegMax2:	Maximale negative Beschleunigung zwischen Maximum und Minimum-2.
B1-AccNegMax2Ti:	Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung zwischen Maximum und Minimum-2.

Das typische, ausgeprägte zweite Minimum ist nicht in allen $\beta 1$ -Kurven vorhanden. In den Fällen, bei denen der Kurvenverlauf untypisch ist, ergibt sich natürlich auch kein brauchbarer Wert für den Zeitpunkt des zweiten Minimums und die anderen berechneten Eigenschaften, die von diesem Wert abhängen. Die dabei extrahierten Eigenschaften sind dann nur bedingt mit denen aus Kurven mit "typischem" Verlauf vergleichbar.

Eigenschaften der Gamma-1-Kurven

Die $\gamma 1$ -Kurve erfaßt die Lateralflexion der Wirbelsäule am unteren Sensor. Auffallende Punkte sind ein Minimum sowie ein lokales Maximum vor diesem Minimum und eines danach. Folgende Eigenschaften werden aus den $\gamma 1$ -Kurven extrahiert:

G1-Pos0:	Null-Position (Ausgangsstellung).
G1-Min:	Minimum.
G1-MinTi:	Zeitpunkt des Minimums.
G1-Max1:	Maximum-1.
G1-Max1Ti:	Zeitpunkt des ersten Maximums.
G1-Max2:	Maximum-2.

G1-Max2Ti:	Zeitpunkt des zweiten Maximums.
G1-SwAngl1:	Unterschied zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-SwAngl2:	Unterschied zwischen Maximum-2 und Minimum.
G1-DMax1Max2:	Unterschied zwischen Maximum-1 und Maximum-2.
G1-TMax1Max2:	Zeit zwischen Maximum-1 und Maximum-2.
G1-SwSpAv1:	Durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-SwSpAv2:	Durchschnittliche Geschwindigkeit zwischen Minimum und Maximum-2.
G1-SwSpMax1:	Maximale Geschwindigkeit zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-SwSpMax1Ti:	Zeitpunkt der maximalen Geschwindigkeit zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-SwSpMax2:	Maximale Geschwindigkeit zwischen Minimum und Maximum-2.
G1-SwSpMax2Ti:	Zeitpunkt der maximalen Geschwindigkeit zwischen Minimum und Maximum-2.
G1-AccPosMax1:	Maximale Beschleunigung zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-AccPosMax1Ti:	Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-AccNegMax1:	Maximale negative Beschleunigung zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-AccNegMax1Ti:	Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung zwischen Maximum-1 und Minimum.
G1-AccPosMax2:	Maximale Beschleunigung zwischen Minimum und Maximum-2.
G1-AccPosMax2Ti:	Zeitpunkt der maximalen Beschleunigung zwischen Minimum und Maximum-2.
G1-AccNegMax2:	Maximale negative Beschleunigung zwischen Minimum und Maximum-2.
G1-AccNegMax2Ti:	Zeitpunkt der maximalen negativen Beschleunigung zwischen Minimum und Maximum-2.

Probleme macht hier teilweise die Extraktion des zweiten lokalen Maximums. Bei manchen Spielern (bzw. Schwüngen) ist es stark ausgeprägt, bei manchen liegt dagegen kein ausgeprägtes Minimum im betrachteten Bereich von 140 Meßwerten.

Auch die in Abb. 1 gezeigte Kurve hat kein "typisches" lokales Maximum: Die Kurve steigt bis zum Ende des berücksichtigten Bereichs von 140 Werten an.

Eigenschaften der Kurven zu Alpha-2, Beta-2, Gamma-2

Die Ähnlichkeit zwischen den Strukturen der beiden Alpha-Kurven ($\alpha 1$ und $\alpha 2$) ist so groß, daß für beide Kurven die gleichen Eigenschaften extrahiert werden können. Das gleiche gilt für die beiden Beta-Kurven und die beiden Gamma-Kurven. Insgesamt werden also für jeden Schwung 124 Eigenschaften der drei Kurven extrahiert: Jeweils 12 für die Alpha-Kurven und jeweils 25 für die Beta- und Gamma-Kurven. In den Bezeichnungen der Kurven-Eigenschaften steht A für α , B für β und G für γ . Alle Zeitpunkt-Angaben in den α -, β - und γ -Kurven beziehen sich auf den Schlagbeginn, der beim Minimum der $\alpha 2$ -Kurve angenommen wird.

Figuren 6a bis h zeigen in 124 unterschiedlichen Darstellungen die Kartierung von allen Parametern.

Figur 7 zeigt die Kartierung ebenfalls in 20 Darstellungen, bei denen andere, nicht den Golfschwung betreffende Größen berücksichtigt werden. Solche Größen sind beispielsweise das Alter des Probanden, seine Größe, sein Gewicht, seine Golfspieldauer, sein Handicap usw.

Figur 8 zeigt den Meßaufbau für einen Probanden, welcher mit drei Ultraschall-Aufnehmern versehen ist, deren Aufnahmewerte von einer damit gekoppelten Datenverarbeitungseinrichtung empfangen werden.

A n s p r ü c h e

1. Verfahren und Vorrichtung zur Analyse der Bewegungsmuster des thorakolumbalen Abschnitts der Wirbelsäule beim Golfschwung mit:

- einer Vielzahl, zum Beispiel drei, Meßwert-Aufnehmern, die am menschlichen Körper, vorzugsweise an der Wirbelsäule positioniert werden;
- die Meßwert-Aufnehmer sind bevorzugt Ultraschall-Meßwert-Aufnehmer, mittels denen Bewegungen dreidimensional in Winkelgraden pro Laufzeitmessung, die Geschwindigkeit, die Beschleunigung und/oder die Bewegungsrichtung der aufzunehmenden Körpermeßpunkte während des Golfschwunges erfaßt wird;
- die Meßwert-Aufnehmer sind mit einer Datenverarbeitungseinrichtung gekoppelt, die die aufgenommenen Meßwerte verarbeitet;
- in der Datenverarbeitungseinrichtung sind Meßwert-Vergleichsdaten von anderen Probanden gespeichert;
- die aufgenommenen Meßwertdaten werden mit den Meßwert-Vergleichsdaten verglichen und auf einer mit der Datenverarbeitungseinrichtung gekoppelten Anzeigeeinrichtung wird das Meßergebnis so dargestellt, daß der Betrachter die Qualität des gemessenen Golfschwunges des Probanden im Verhältnis zu anderen Probanden erkennen kann.

2. Verfahren und Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß folgende Größen beim Golfschwung einzeln und/oder gemeinsam ermittelt werden:

- Rotation der Lendenwirbelsäule (Alpha1-Kurve, LWS)
- Rotation der Brustwirbelsäule (Alpha2-Kurve, BWS)
- Sagittalflexion der Lendenwirbelsäule (Beta1-Kurve)
- Sagittalflexion der Brustwirbelsäule (Beta2-Kurve)
- Lateralflexion der Lendenwirbelsäule (Gamma1-Kurve)
- Lateralflexion der Brustwirbelsäule (Gamma2-Kurve).

3. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ferner eine Gleichgewichtsmessung beim Golfschwung vorgenommen wird.

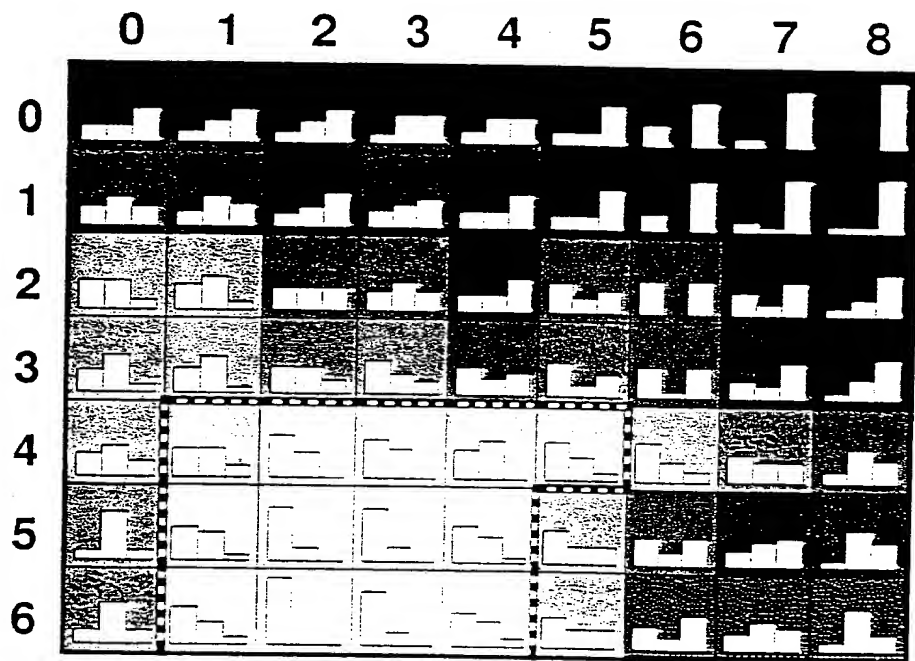
4. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel (Dehnungsmeßstreifen, Beschleunigungsmesser) vorgesehen sind, mittels derer die Schlägerkopfhaltung, insbesondere dessen Richtung und Drehung beim Golfschwung, erfaßt wird.

5. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß bei der Meßwert-Aufnahme eine Videoaufnahme des Probanden erstellt wird und die aufgenommenen Meßdaten wie auch die Videoaufnahme auf der Anzeigeeinrichtung dargestellt werden können.

6. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Anteflexion, Rotation und Lateralflexion eines Probanden beim Golfschwung in verschiedenen Golfschwungpositionen, wie zum Beispiel Ansprechposition, oberer Wendepunkt, Treffpunkt und Endposition ermittelt werden.

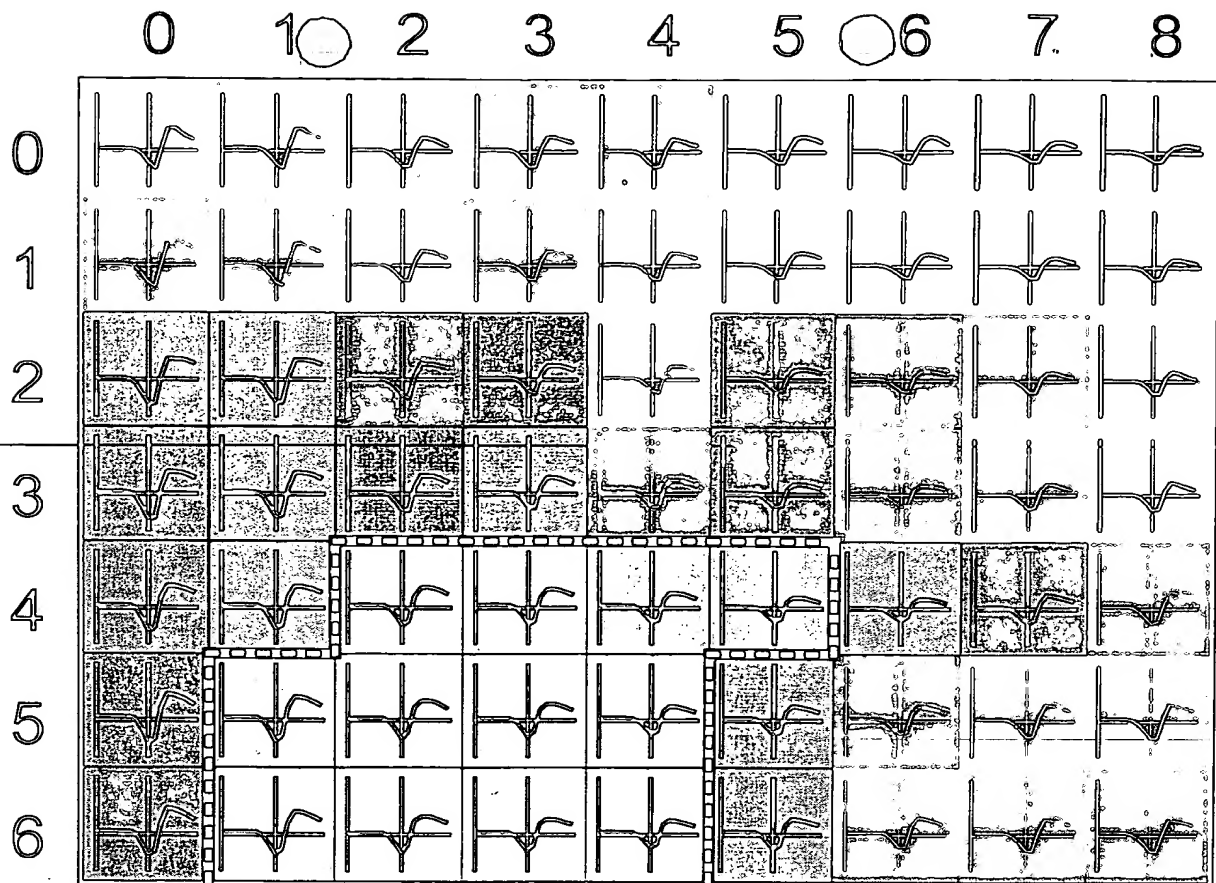
7. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß für die vorliegenden Vergleichsdaten eine Golfschwungmuster-Kartierung bzw. Klassifikations-Einteilung vorgenommen wird, bei der Golfspieler verschiedener Handicap-Stufen bestimmten Kartierungs-Werten zugeordnet sind und daß aus den gemessenen Aufnahmedaten die Einordnung des Probanden in die Gesamtkartierung vorgenommen wird.

8. Verfahren und Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Klassifikations-Kartierung aus einer Vielzahl von Flächen besteht und daß unterschiedliche Flächen verschiedenen Leistungsstufen eines Golfspielers zugeordnet sind.

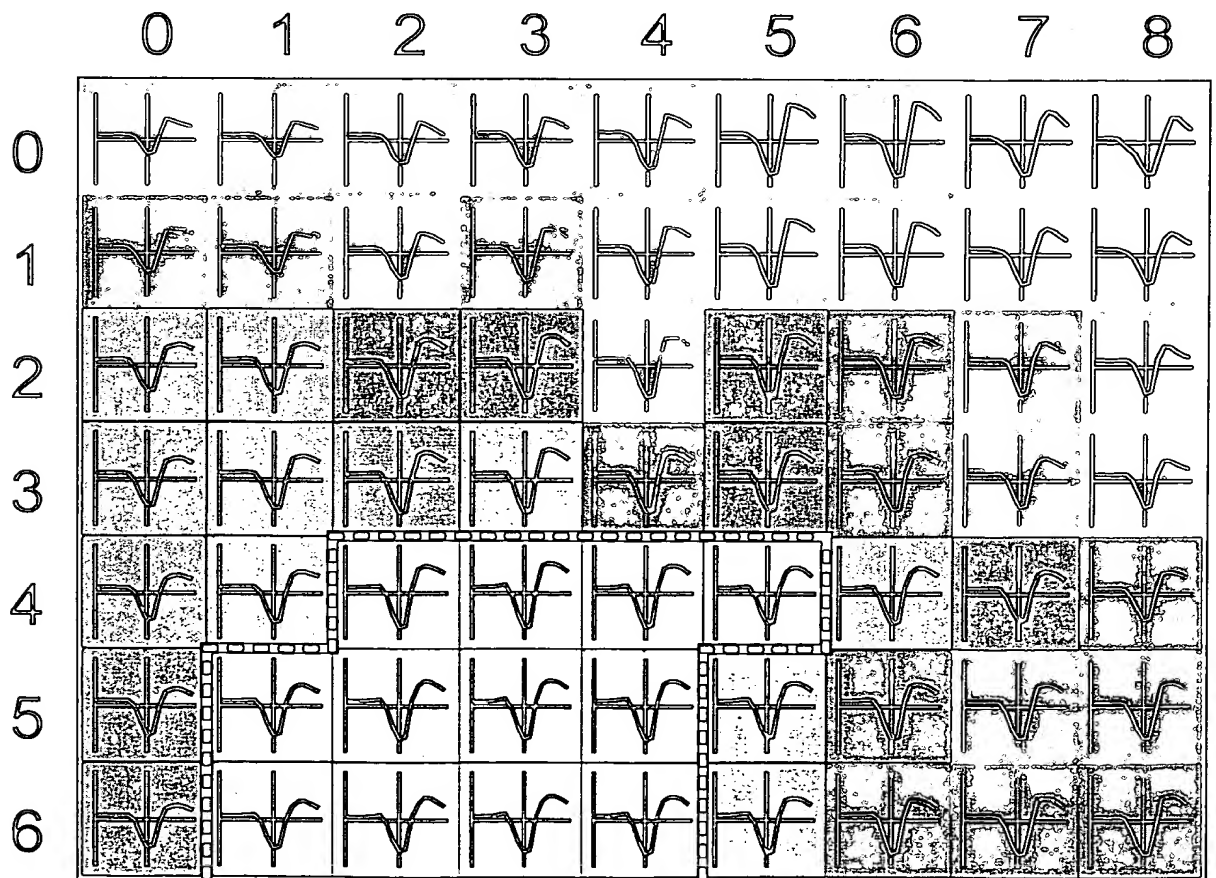


Prof.
Anatol
A. Singer

Fig. 1

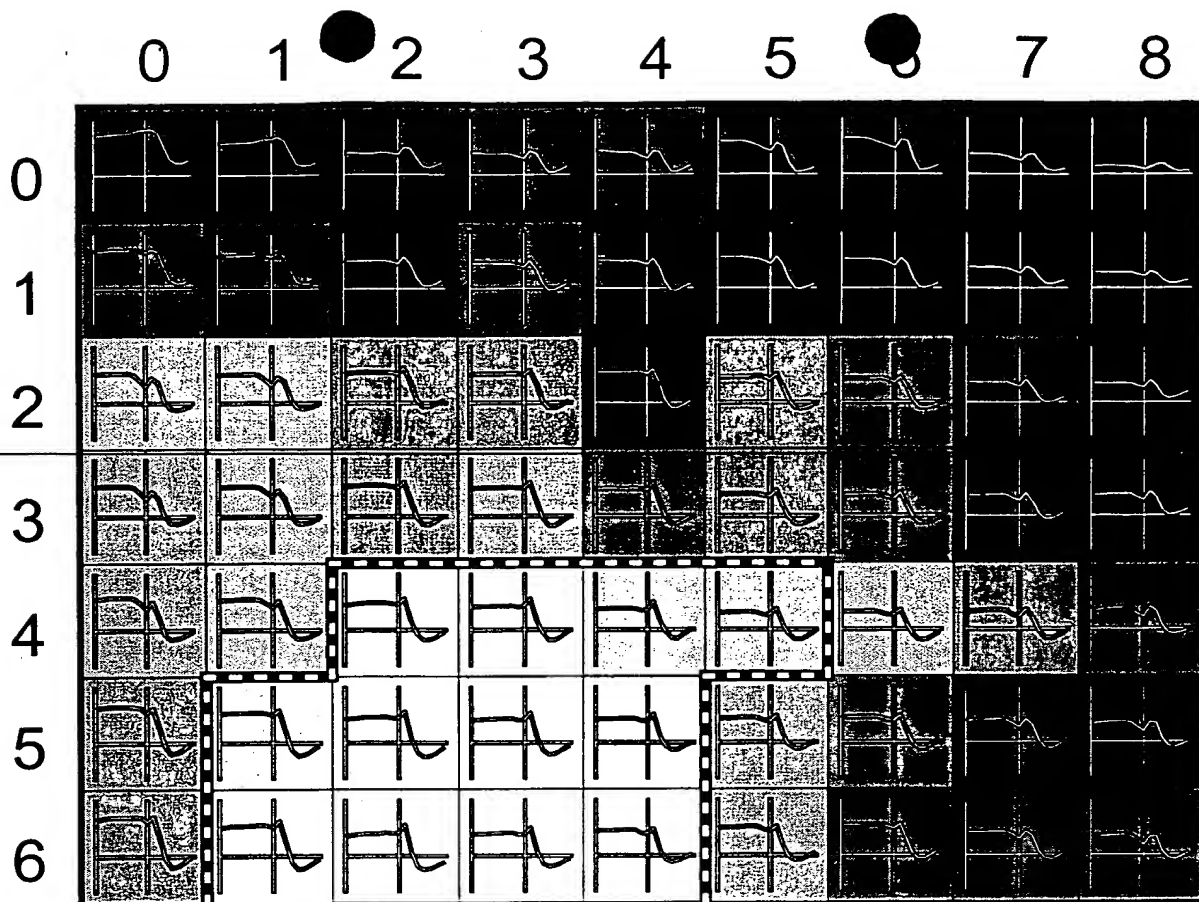


Alpha-1
 Grauwert: Handicap
 y-Achse min: -27.7 Grad
 y-Achse max: 43.7 Grad

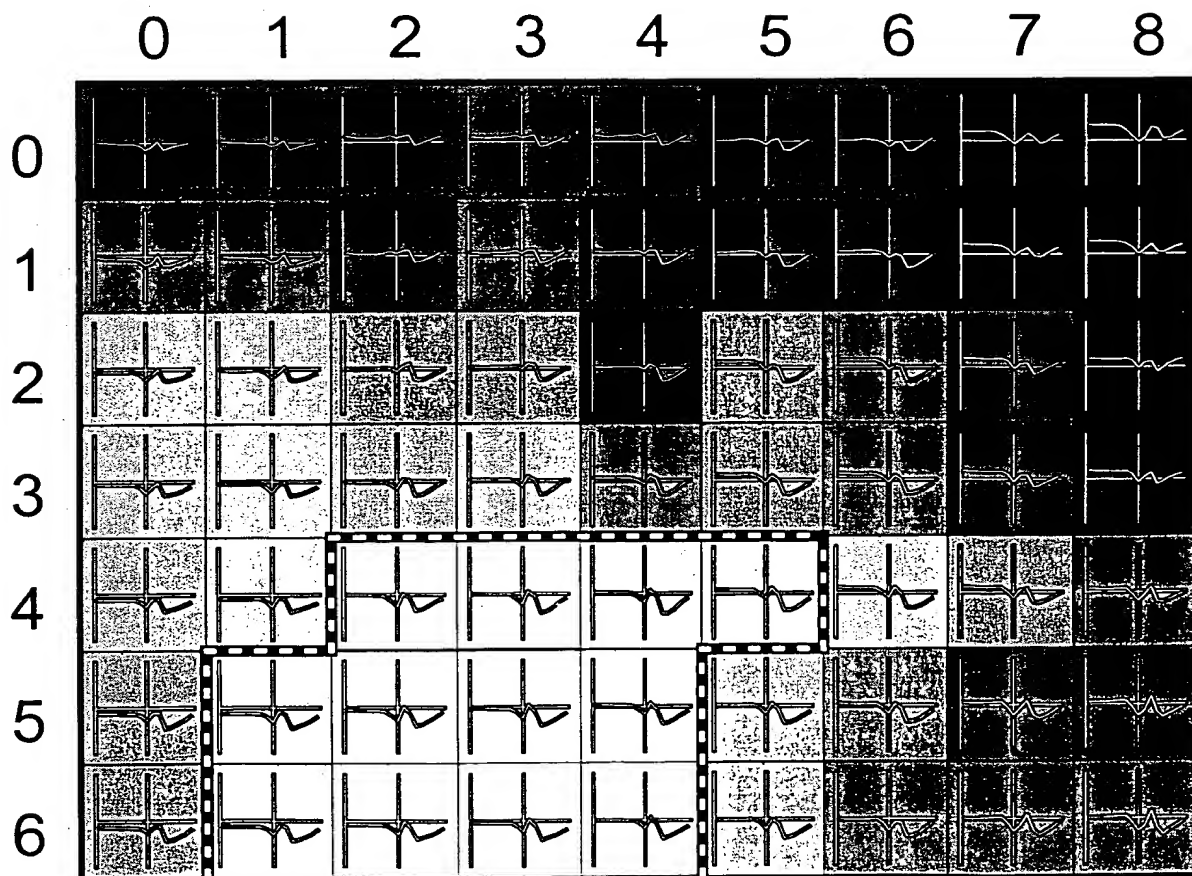


Alpha-2
 Grauwert: Handicap
 y-Achse min: -44.7 Grad
 y-Achse max: 46.4 Grad

Fig. 2a

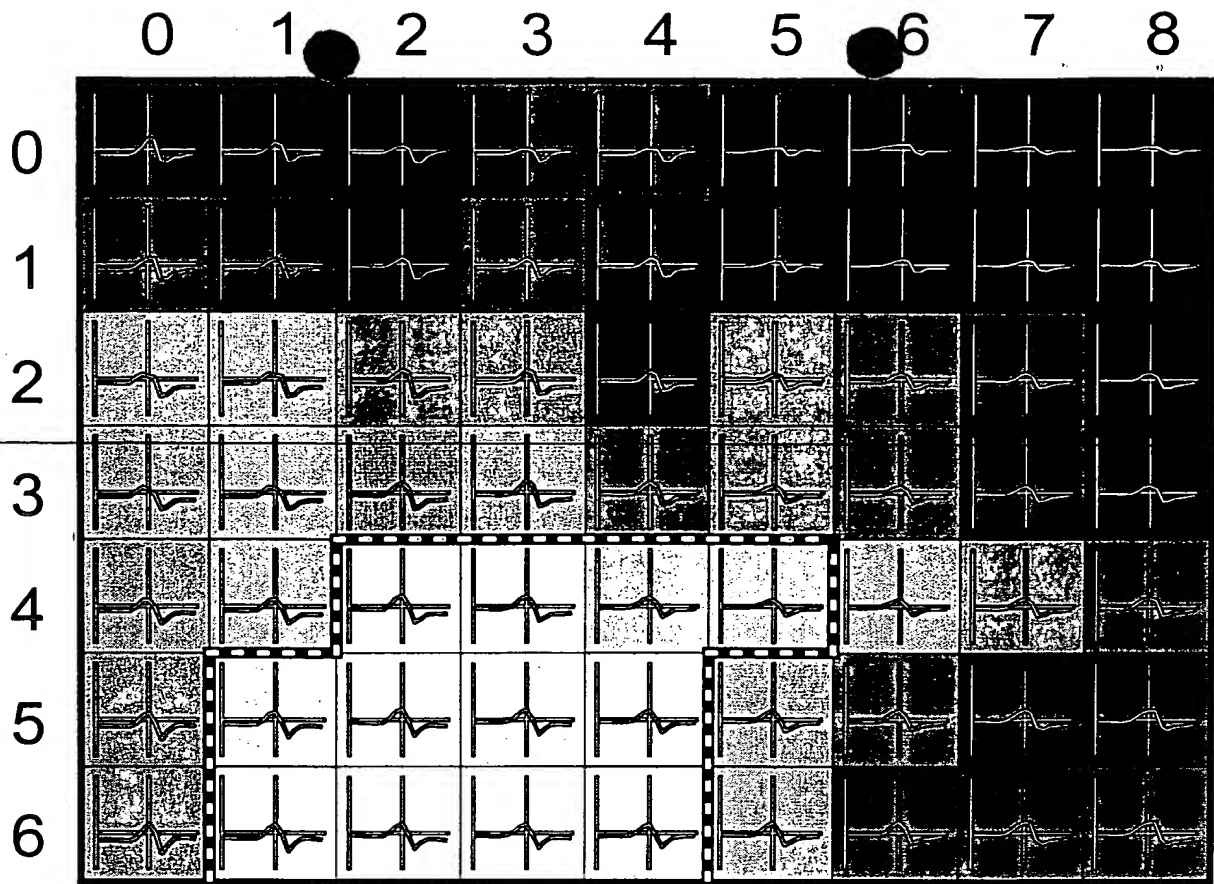


Beta-1 Grauwert: Handicap
y-Achse min: -27.7 Grad
y-Achse max: 43.7 Grad



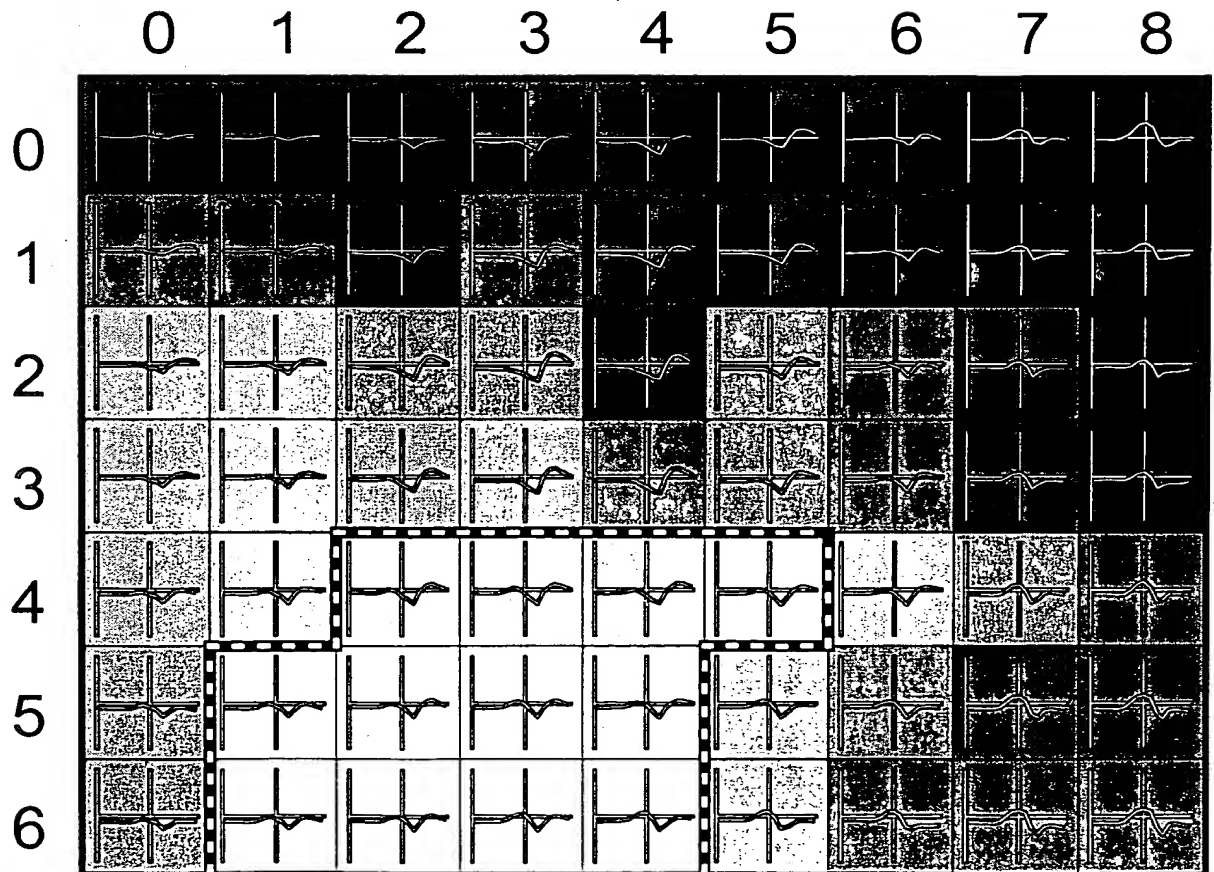
Beta-2 Grauwert: Handicap
y-Achse min: -44.7 Grad
y-Achse max: 46.4 Grad

Fig. 2b



Gamma-1

Grauwert: Handicap
y-Achse min: -27.7 Grad
y-Achse max: 43.7 Grad



Gamma-2

Grauwert: Handicap
y-Achse min: -44.7 Grad
y-Achse max: 46.4 Grad

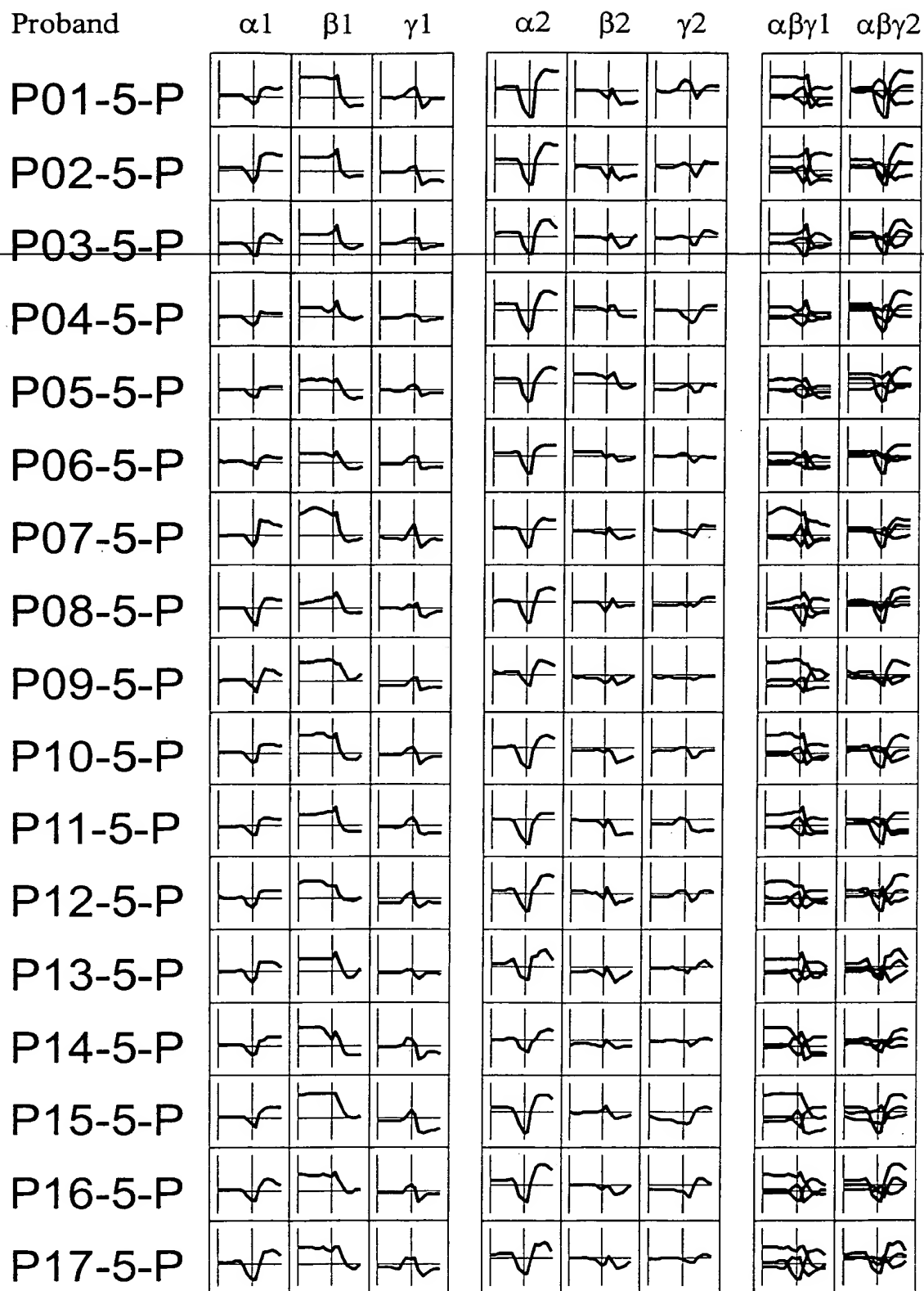


Fig. 4a

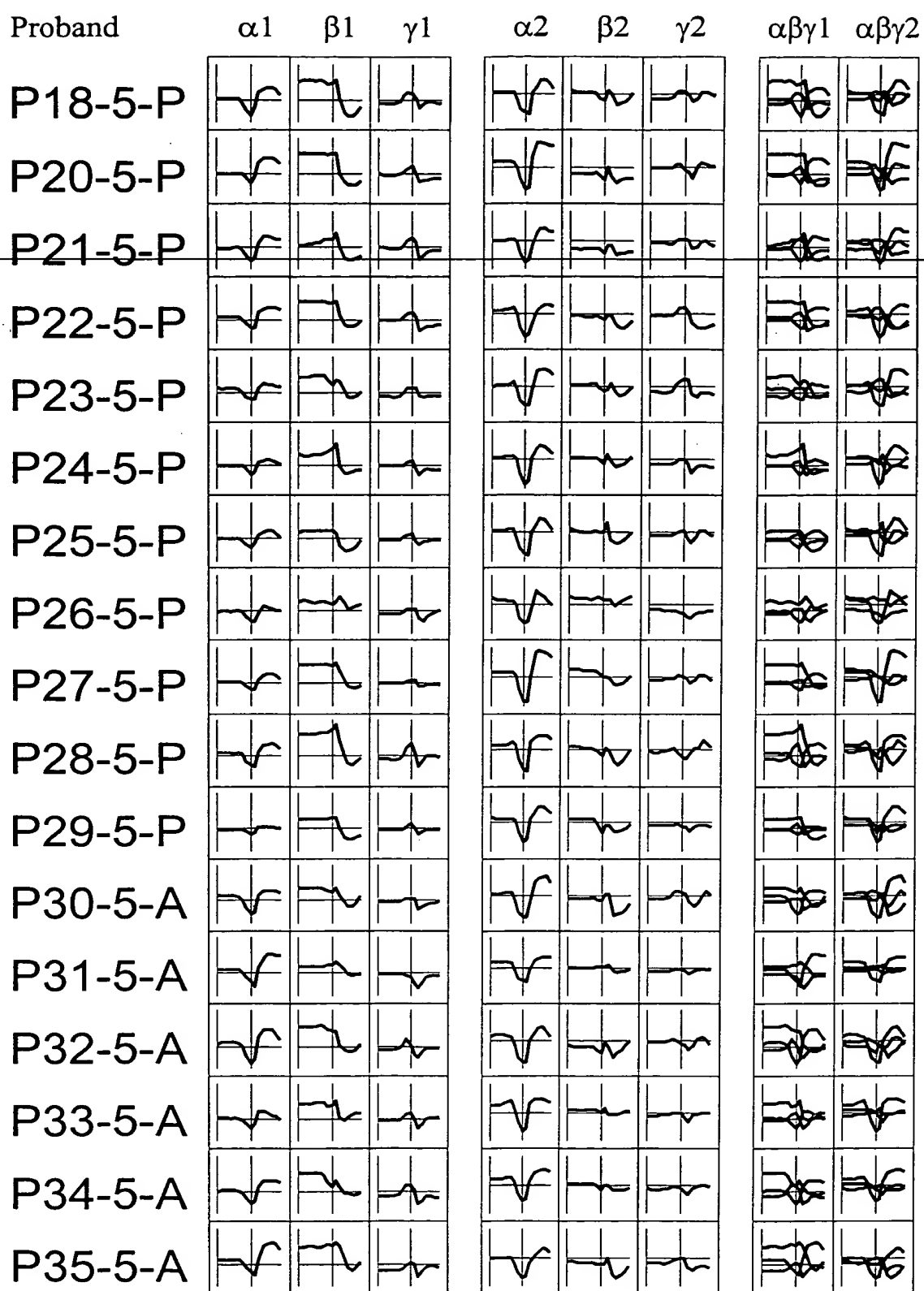


Fig. 4b

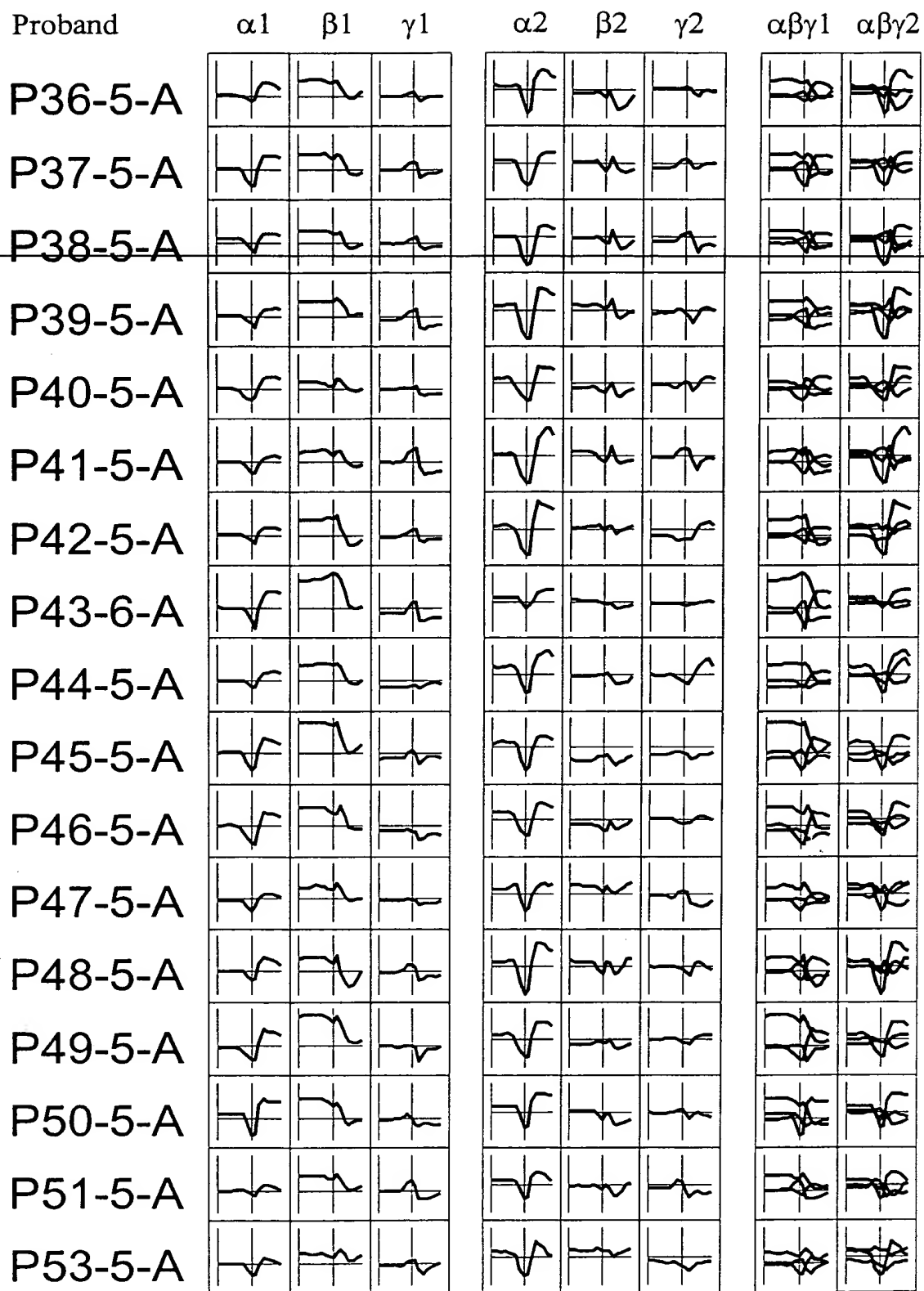


Fig. 4c

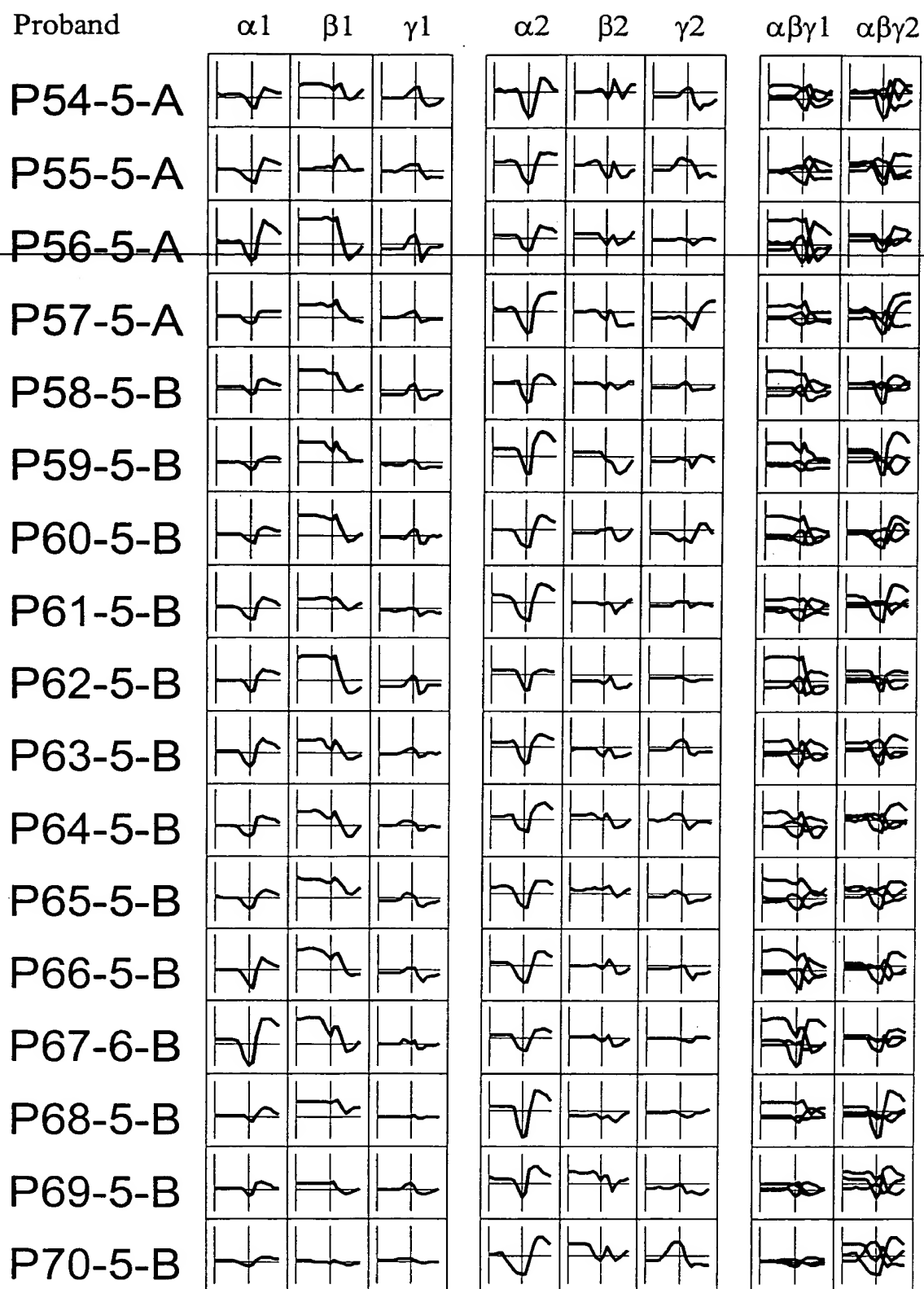


Fig. 4d

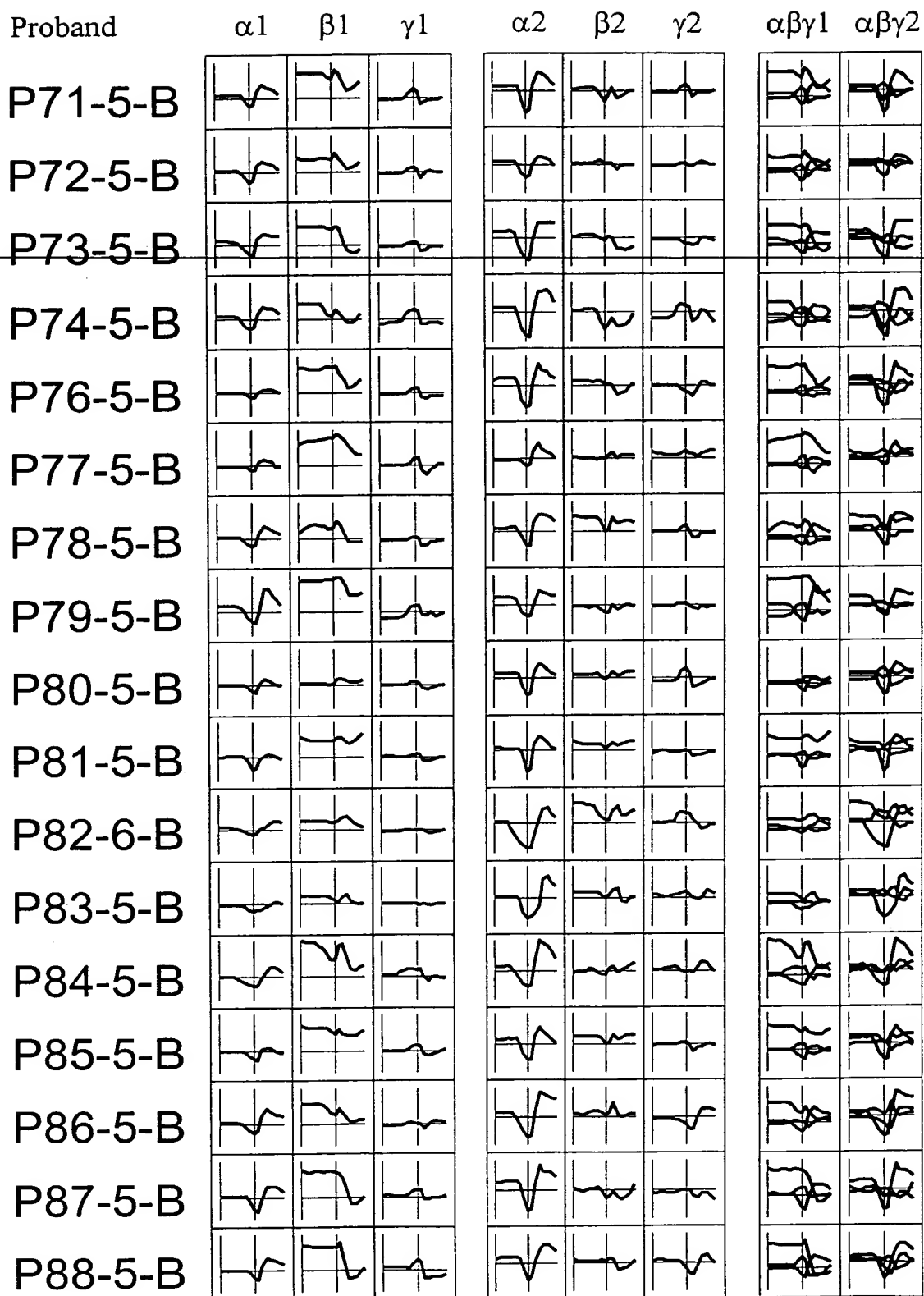


Fig. 4e

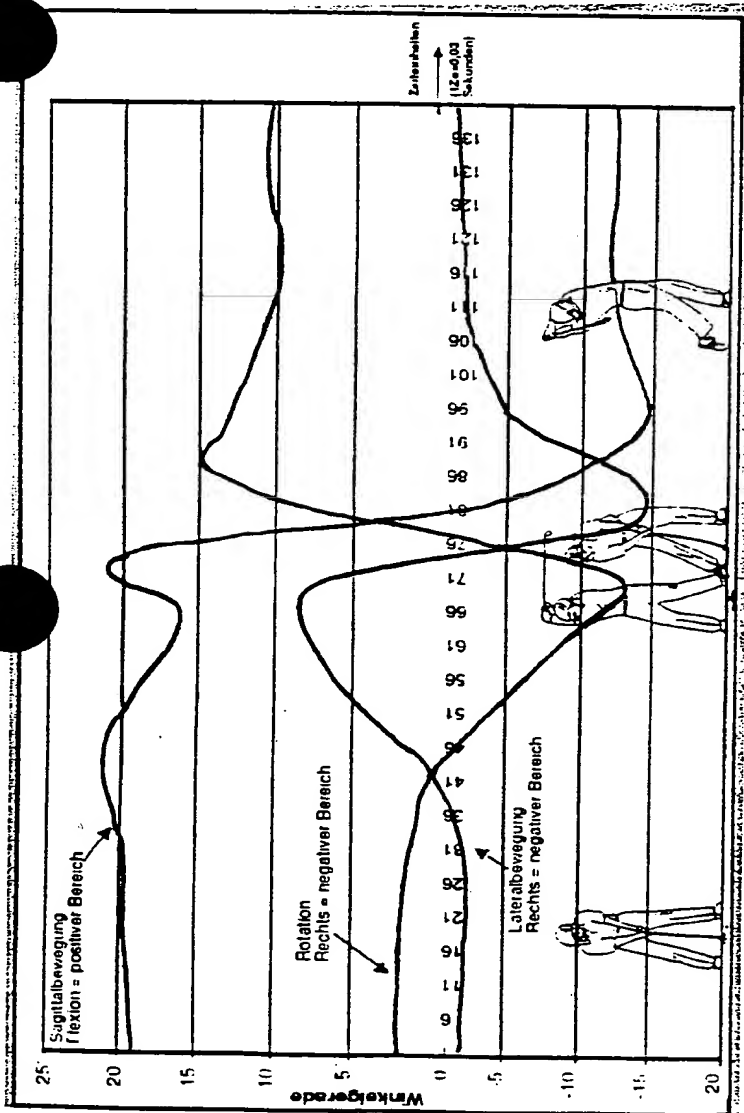
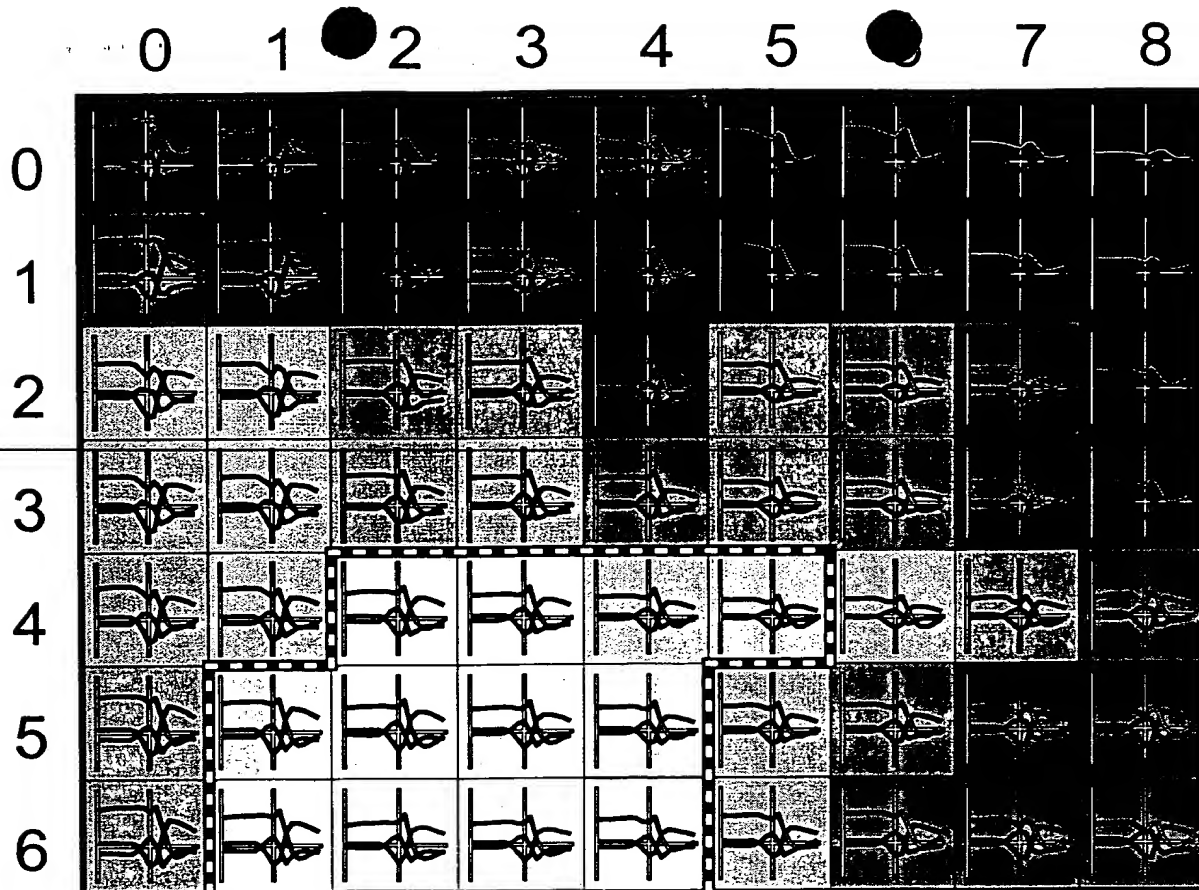
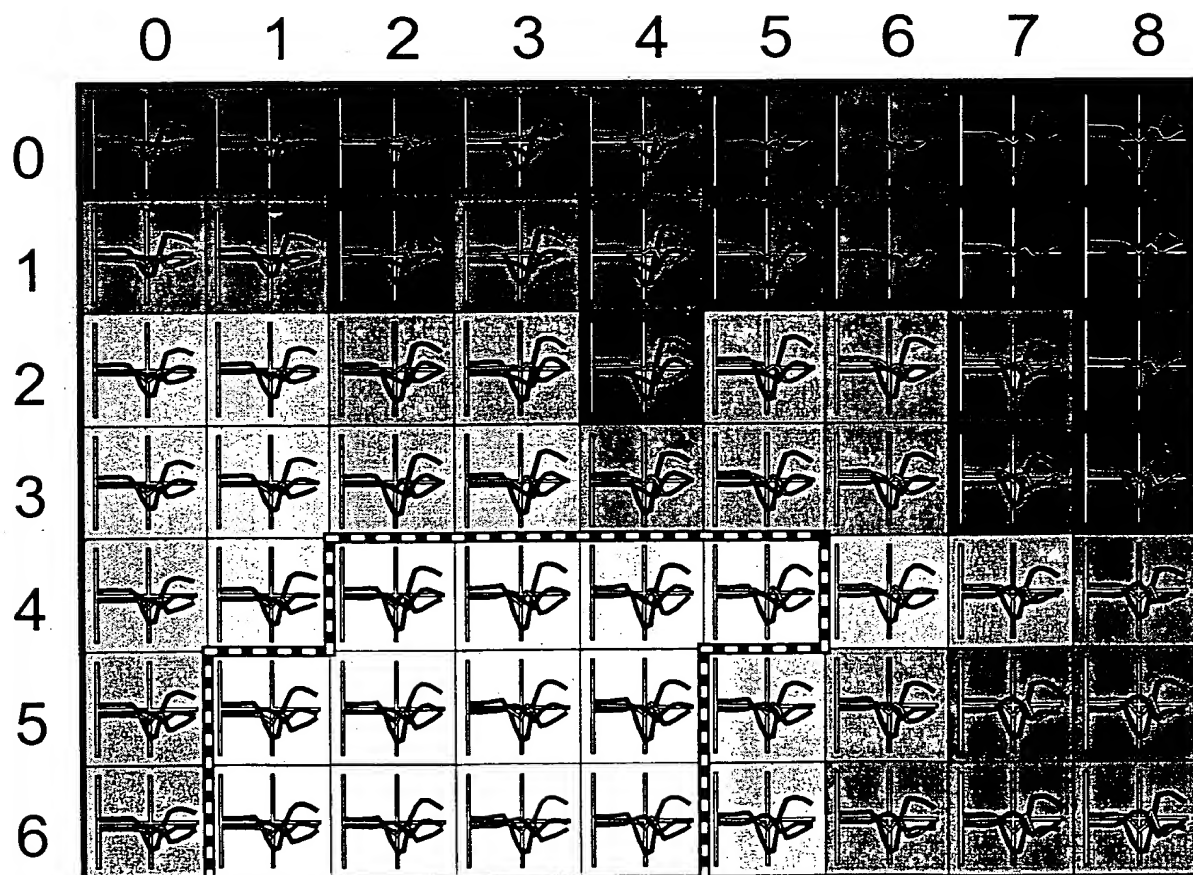


Fig. 5



Alpha-1, Beta-1, Gamma-1

Grauwert: Handicap
y-Achse min: -27.7 Grad
y-Achse max: 43.7 Grad



Alpha-2, Beta-2, Gamma-2

Fig. 6a

Grauwert: Handicap
y-Achse min: -44.7 Grad
y-Achse max: 46.4 Grad

Grauwert: Handicap
Kurven: alpha-1, beta-1, gamma-1

Grauwert: Handicap
Kurven: alpha-2, beta-2, gamma-2

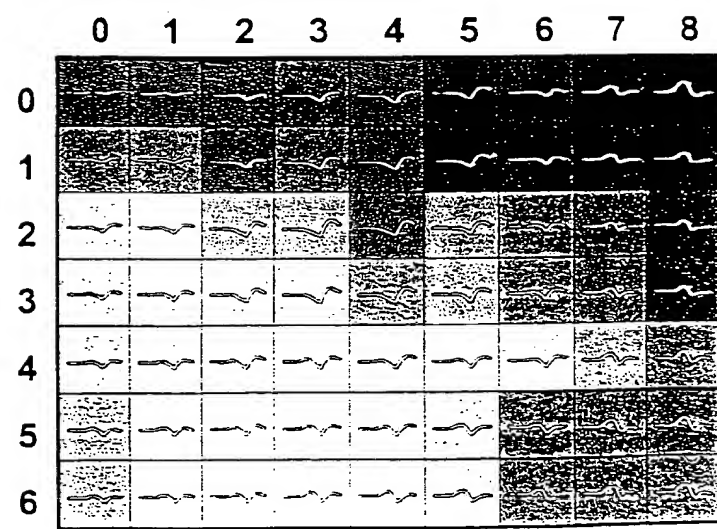
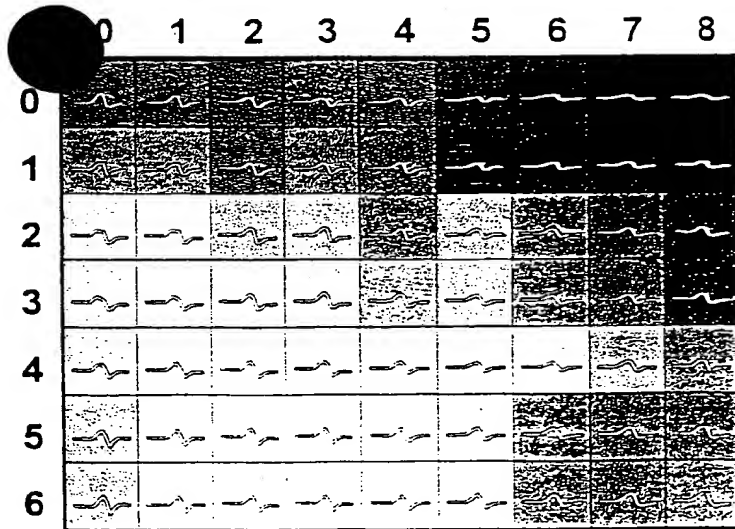
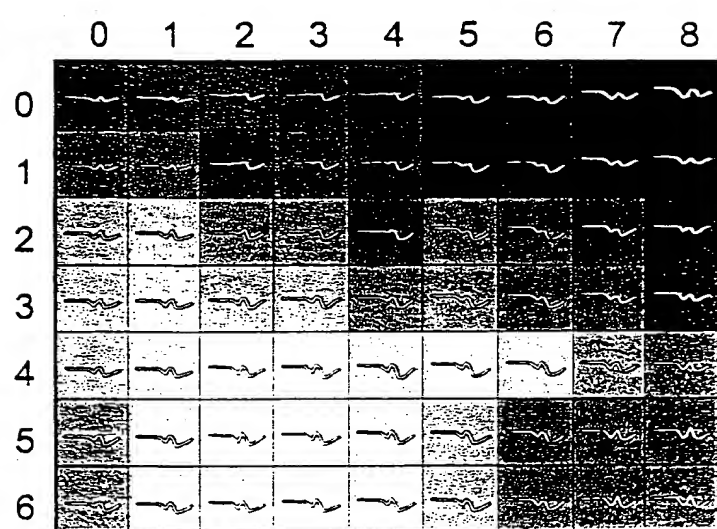
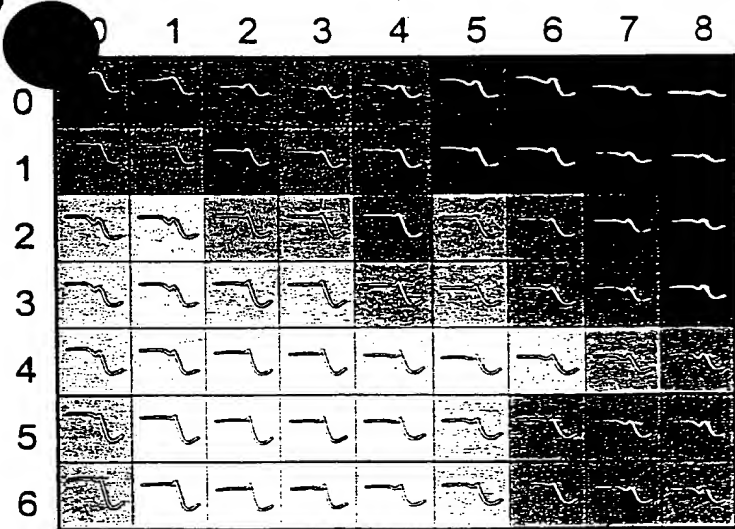
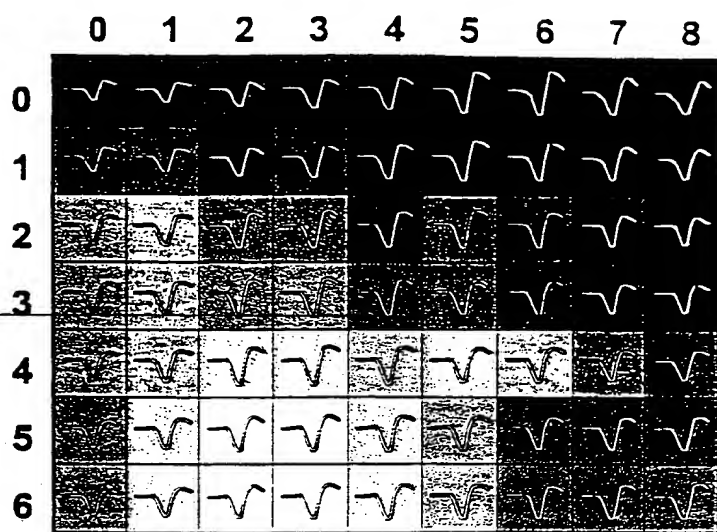
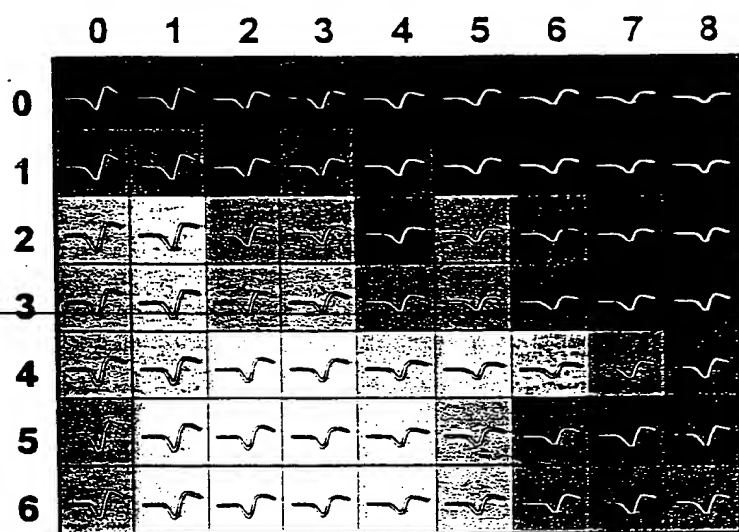


Fig. 6b

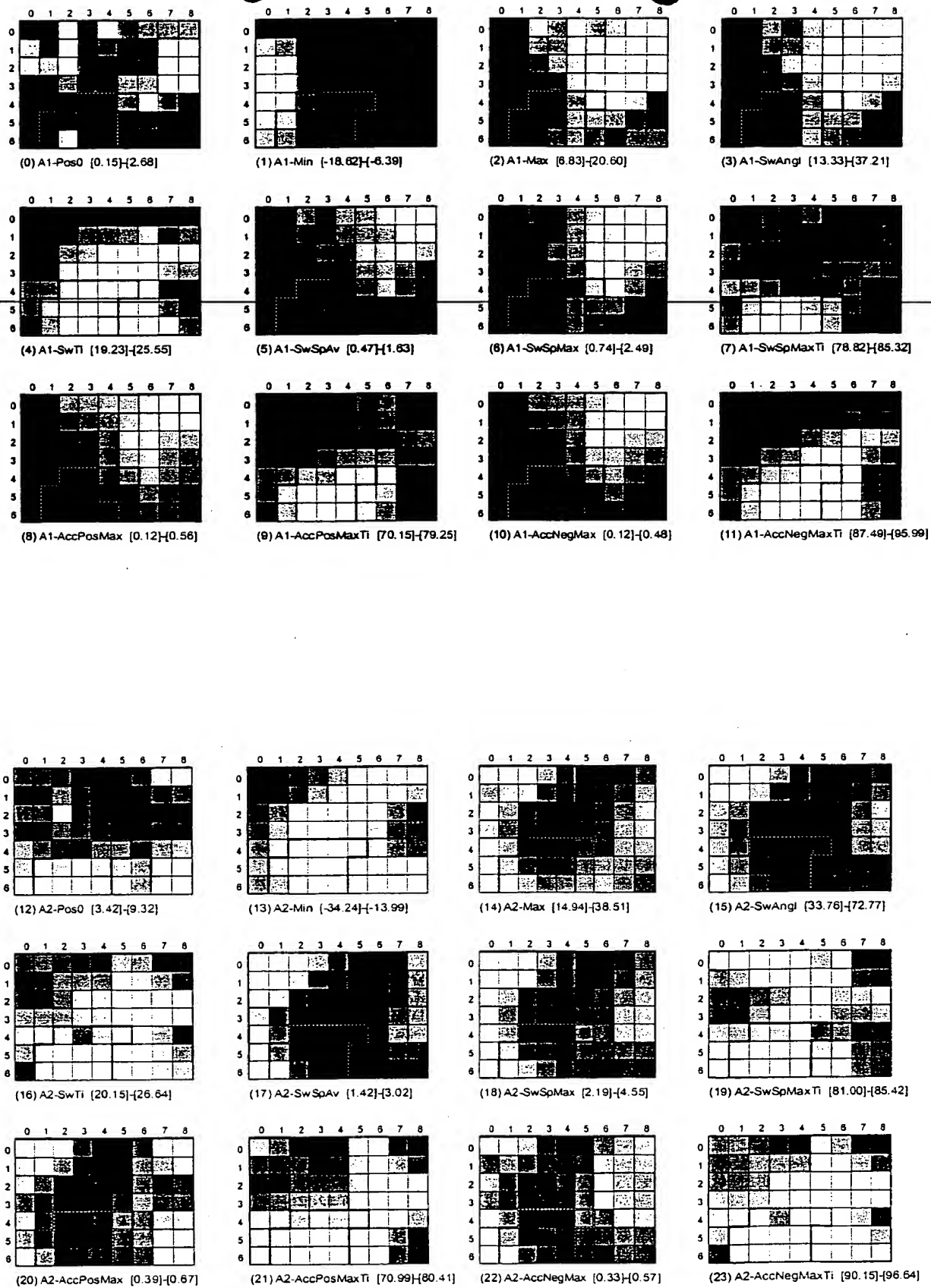


Fig. 6c

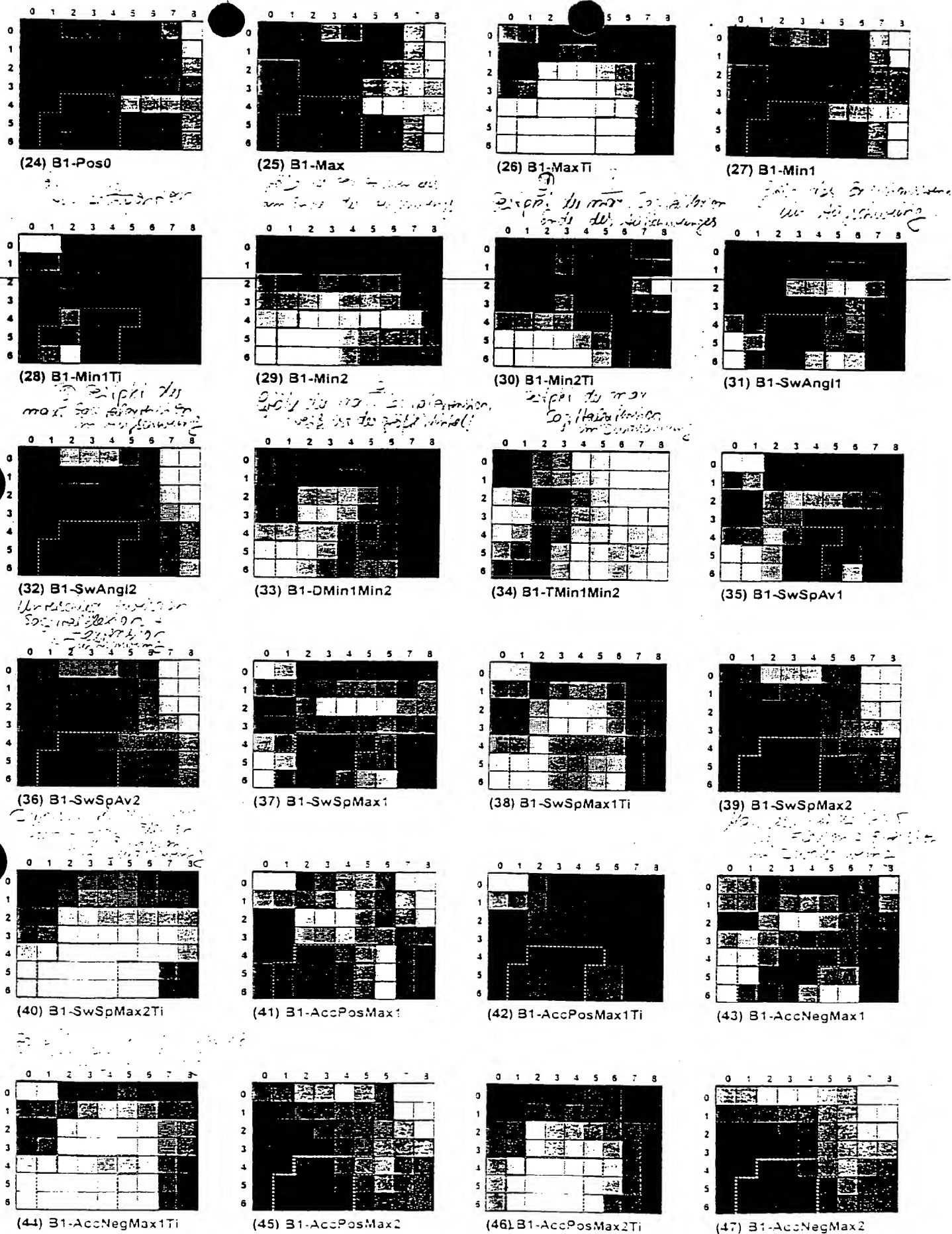


Fig. 6d

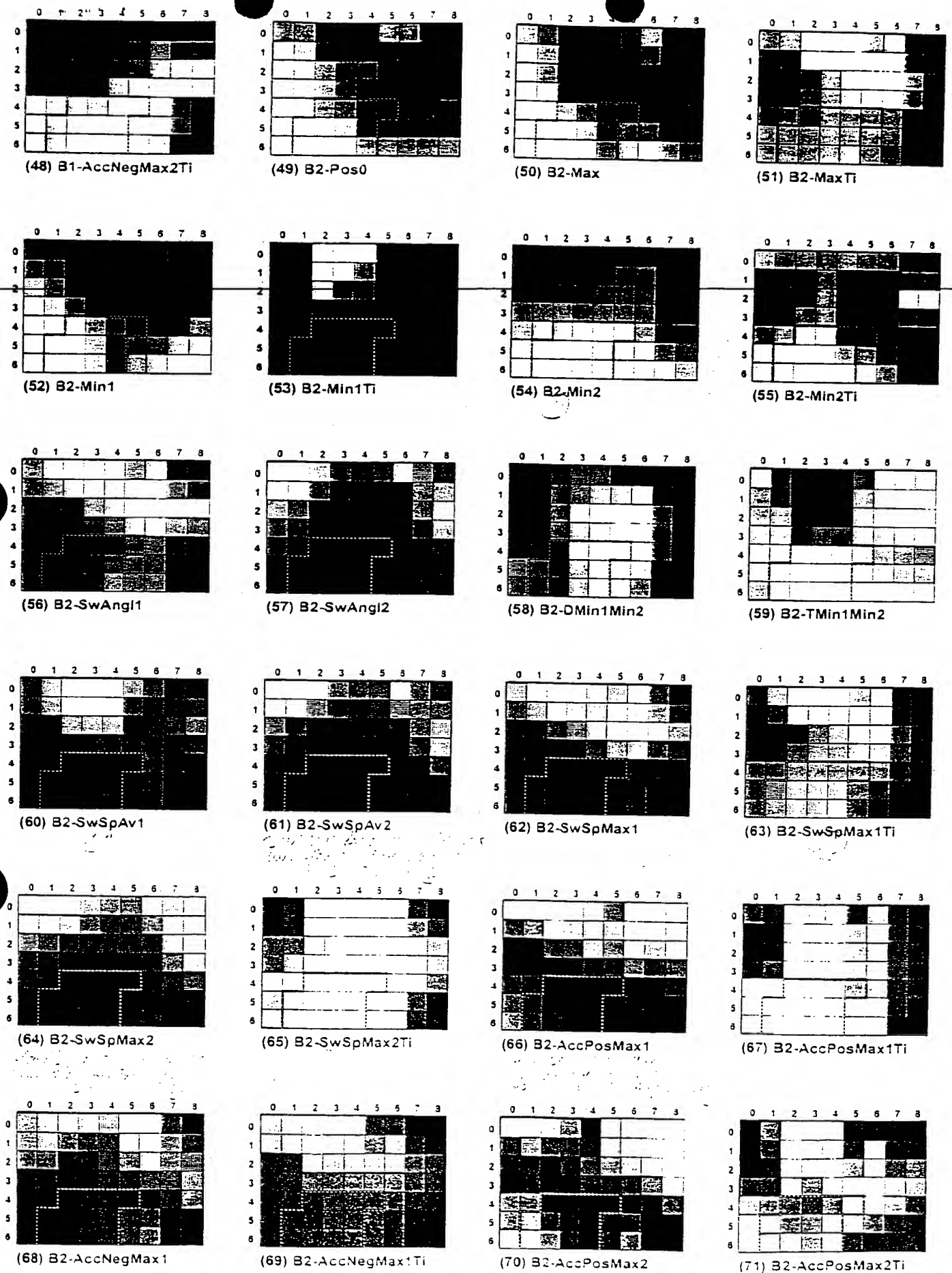


Fig. 6e

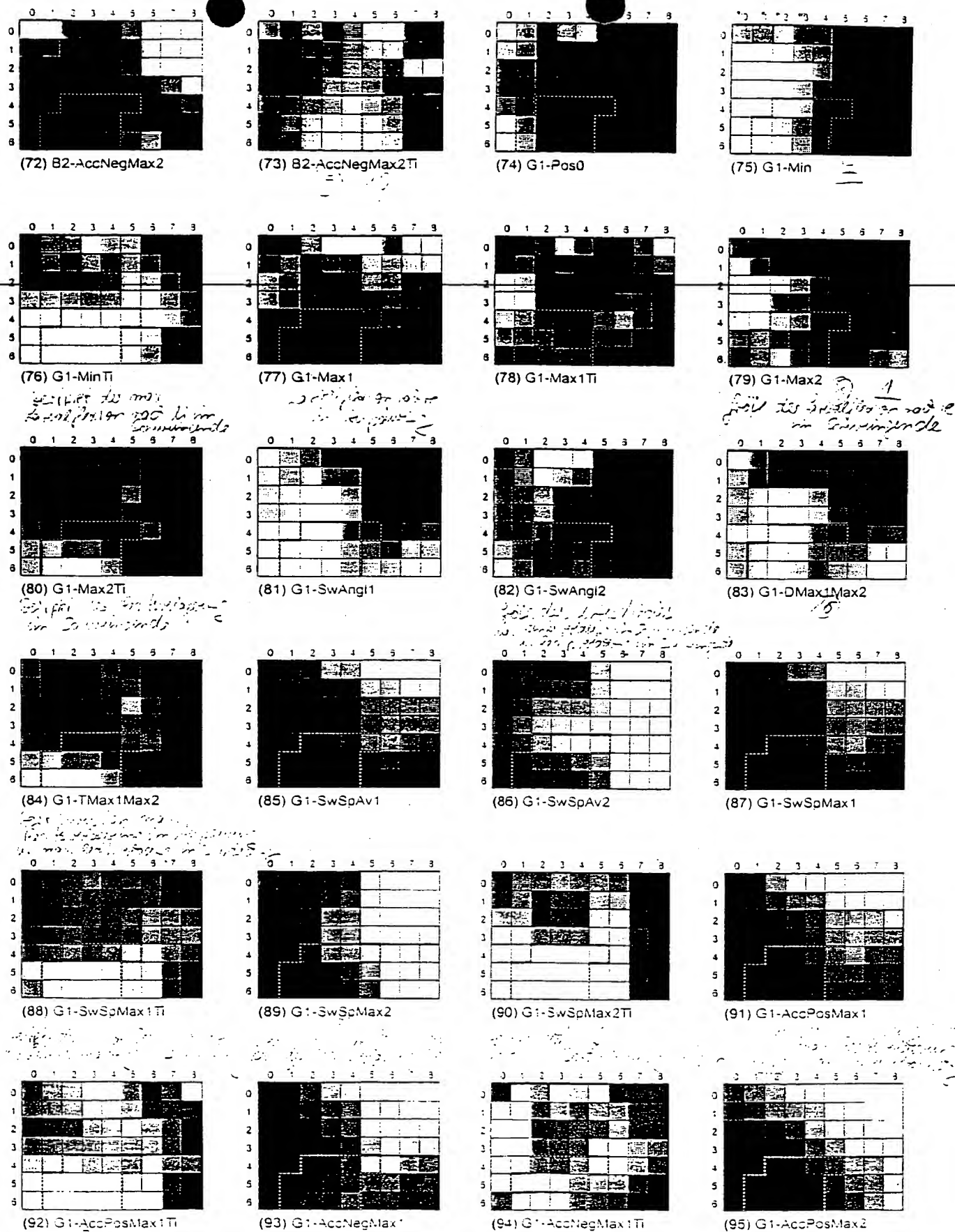


Fig. 6f

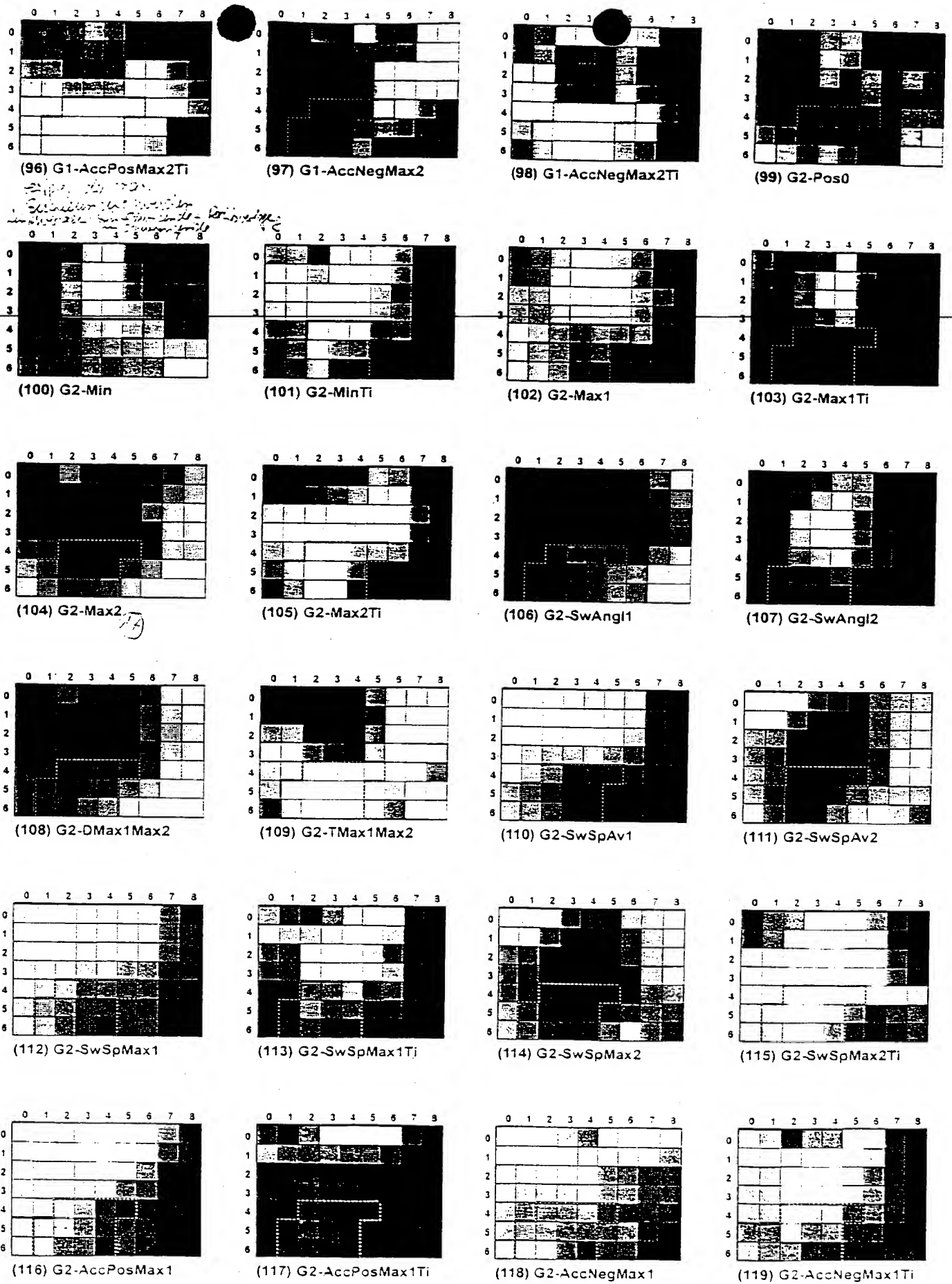
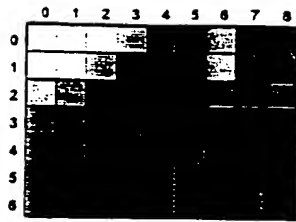
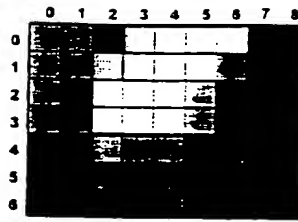


Fig. 6g

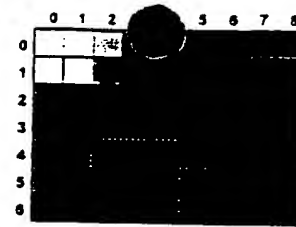


(120) G2-AccPosMax2

lok. in. Beschleunigung
 zwischen
 zwei ver. in. Schwingen
 + Beschleunigung in
 Schwingen

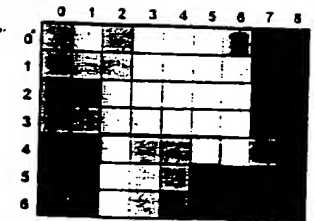


(121) G2-AccPosMax2TI



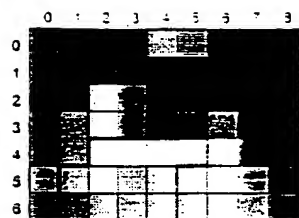
(122) G2-AccNegMax2

lok. in. negative
 Beschleunigung
 zwischen
 zwei ver. in. Schwingen
 + Beschleunigung in
 Schwingen

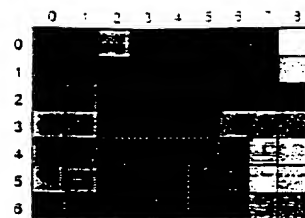


(123) G2-AccNegMax2TI

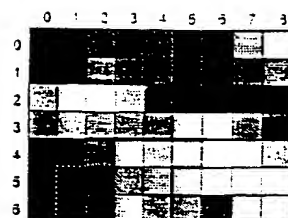
Fig. 6h



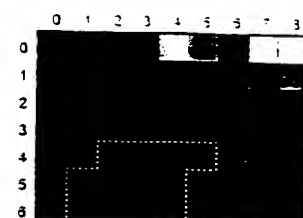
(0) Alter



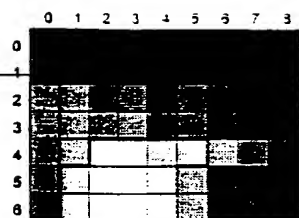
(1) Größe cm



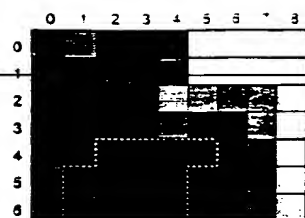
(2) Gewicht kg



(3) Jahre Golf



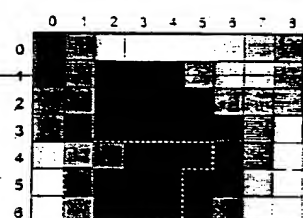
(4) Hcp



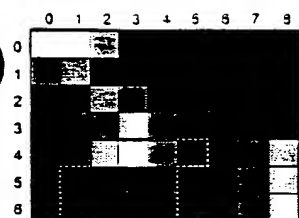
(5) Golftag/Woch



(6) DrRang/Woch



(7) Einh.DrR min



(8) Trainer lernt



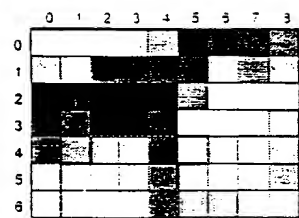
(9) reglm.Trainer



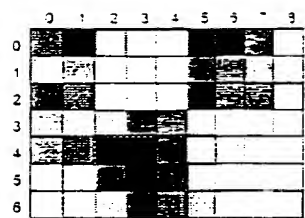
(10) And.Sport



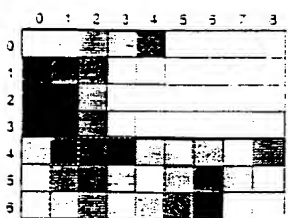
(11) backpain allg



(12) backpain zZt



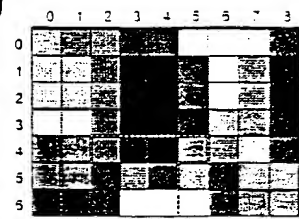
(13) krankh. Befund?



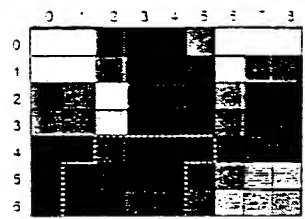
(14) SchwungPain



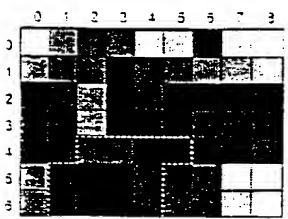
(15) GolfPain



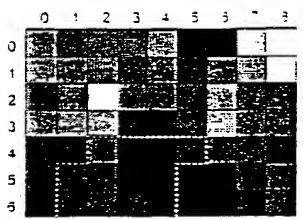
(16) Asym il0re



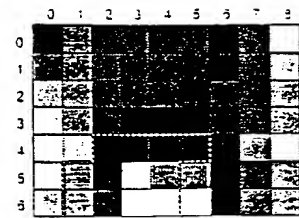
(17) Springing



(18) Spine



(19) Asym BWSOLVS



(20) Schöber

Fig. 7

Abbildung 1: Darstellung des Meßaufbaus

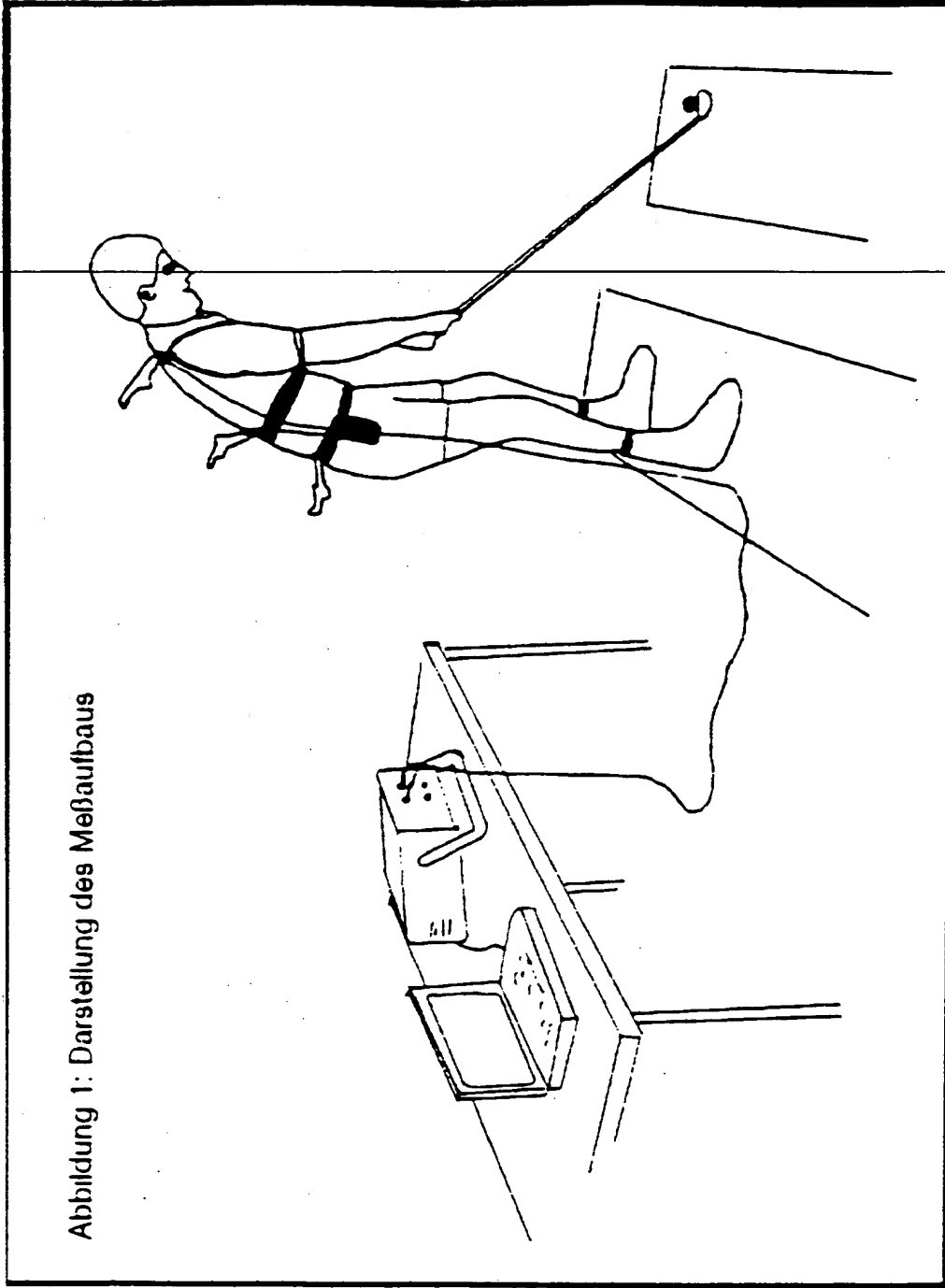


Fig. 8

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☒ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☒ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)